



VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA  
EKONOMICKÁ FAKULTA

KATEDRA PODNIKOHOSPODÁŘSKÁ

Analýza a zlepšování kvality s využitím nástrojů managementu kvality  
Analysis and Improvement of Quality Using the Tools of Quality Management

Student: Bc. Martina Vinklárková  
Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Pavla Macurová, CSc.

OSTRAVA 2011

„Miestoprísažne prehlasujem, že som celú prácu, vrátane všetkých príloh, vypracovala samostatne. Prílohy 1, 2, 3 a 14 som samostatne doplnila.“

.....

Podpis študenta

.....

Dátum odovzdania

Chcela by som sa poďakovať predovšetkým pani doc. Ing. Pavle Macurovej, CSc. za odborné vedenie a tiež spoločnosti Izomont s. r. o., že mi umožnila prístup k všetkým potrebným informáciám.

## Obsah

1.	Úvod.....	1
2.	Teoretické a metodologické východiska .....	3
2.1	Kvalita.....	3
2.2	Dôvody záujmu o kvalitu .....	5
2.3	Management kvality.....	6
2.4	Zlepšovanie kvality .....	8
2.4.1	Cyklus PDCA.....	9
2.4.2	Postup Quality Journal.....	9
2.4.3	Sedem tradičných nástrojov riadenia kvality .....	13
3.	Charakteristika podniku .....	25
3.1	Izomont s.r.o.....	25
3.2	Predmet posudzovania kvality - odkvapový systém .....	26
4.	Analýza problémov s kvalitou vybraného výrobku .....	30
4.1	Podklady pre analýzu .....	31
4.2	Paretova analýza chýb OS rozmerovej rady 250 .....	32
4.3	Analýza chýb žľabového kotlíka .....	38
4.3.1	Vývojový diagram žľabového kotlíka .....	38
4.3.2	Paretova analýza chýb žľabového kotlíka .....	39
4.3.3	Ishikawa diagram žľabového kotlíka .....	42
4.4	Analýza chýb „S“ kolena .....	44
4.4.1	Vývojový diagram „S“ kolena .....	44
4.4.2	Paretova analýza chýb „S“ kolena .....	45
4.4.3	Ishikawa diagram „S“ kolena .....	47
4.5	Analýza chýb výtokového kolena .....	48
4.5.1	Vývojový diagram výtokového kolena .....	48
4.5.2	Paretova analýza chýb na výtokovom kolene .....	49
4.5.3	Ishikawa diagram výtokového kolena .....	51
4.6	Zhrnutie výsledkov analýz .....	51
5.	Návrhy na zlepšenie .....	54
5.1	Návrhy .....	54
5.2	Očakávané prínosy .....	56
6.	Záver .....	58
	Zoznam použitej literatúry	
	Zoznam skratiek	
	Prehlásenie o využití výsledkov diplomovej práce	
	Prílohy	

## 1. Úvod

Predpokladom dlhodobého udržania a zvyšovania konkurencieschopnosti podniku je úroveň kvality výrobkov a služieb. Kvalita je nositeľom podnikateľskej prosperity a stala dôležitou stratégiou prežitia každého podnikateľského subjektu v tržnom prostredí. Iba kvalitou je možné zaručiť ekonomicky efektívny predaj výrobkov na konkurenčne náročných trhoch. Na kvalitu výsledného produktu vplyva mnoho faktorov. Zabezpečenie kvality výrobkov by malo byť neodmysliteľnou súčasťou riadenia každého podniku. Prínosom zo zvyšovania kvality je nielen úspešnosť na trhu z hľadiska objemu predaja, tržieb alebo udržania zákazníkov, ale i z hľadiska získavania nových zákazníkov, či efektívneho zhodnotenia vložených prostriedkov. Podstatná je orientácia na zákazníka, identifikácia jeho požiadaviek a vyhovenie týmto požiadavkám tak, aby bol zákazník spokojný. Len podniky, ktoré dokážu včas a správne identifikovať požiadavky zákazníka, majú potenciál stať sa úspešné.

Avšak aj v najlepšie zvládnutých procesoch sa môžu vyskytnúť nedostatky, ktoré sa v konečnom dôsledku prejavujú na kvalite výsledného produktu, či službe. Niekedy je možné chyby odhaliť ihneď a sú zjavné, inokedy je nutné preskúmať a rozanalyzovať proces do najmenšieho detailu tak, aby bola príčina problému odhalená. Pri založení firmy a začatí produkcie sa často nedbá na riadenie kvality alebo neexistuje samostatný útvar kvality. Skôr či neskôr sa však problémy s kvalitou objavujú a je potrebné ich riešiť. Oblasťou kvality sa v podniku sa zaoberá útvar managementu kvality.

Podnik, ktorý som si vybrala pre svoju diplomovú prácu, vykonáva svoju činnosť pod obchodným názvom Izomont s.r.o so sídlom v Žiline, od roku 1991. Podnikateľská činnosť spoločnosti sa radí do oblastí stavebníctva. Portfólio podnikateľských činností spoločnosti je pomerne široké. Zaoberá sa výrobou odkvapového systému a klampiarskych komponentov zákazkovej výroby podľa špecifických požiadaviek zákazníka. Ďalej ide najmä o brúsenie dreva, obrábacie nástroje, zámočnicke práce, maľby a nátery budov, tepelné izolácie technologických rozvodov, maloobchodný a veľkoobchodný predaj vlastných výrobkov a železiarskeho tovaru.

Cieľom diplomovej práce je posúdiť proces výroby výrobkov odkvapového systému, ktorý ovplyvňuje kvalitu výrobkov. Určiť, ktoré výrobky odkvapového systému sú najviac problémové. Vymedziť, ktoré časti procesu výroby výrobku sú kritické, ktoré z týchto činností je možné v procese zlepšiť a ako je túto zmenu možné uskutočniť. Posúdiť proces

výroby od objednávaní materiálu u dodávateľov, výrobu až po expedíciu. Nájsť možnosti ako zefektívniť proces a zároveň obmedziť vzniku chýb, a to s využitím tzv. tradičných nástrojov pre analýzu procesu. Na základe výsledkov analýz budú vypracované návrhy zlepšenia kvality výrobku.

## **2. Teoretické a metodologické východiska**

V tejto kapitole definujem základné pojmy ako je napr. kvalita, požiadavka na kvalitu, význam kvality, management kvality. Podrobne popíšem sedem tradičných nástrojov pre analýzu, t. j. vývojové a postupové diagramy, diagram príčin a následkov, tabuľky a formuláre pre zber informácií, Paretov diagram, histogram, bodové a regulačné diagramy. Opieram sa predovšetkým o literatúru Plura J. [7], Veber J. [11], Macurová P. [6] a ISO 9000:2005 [2].

### **2.1 Kvalita**

Norma ISO 9000:2005 [2] definuje kvalitu (akosť) ako stupeň splnenia požiadavkou súborom inherentných znakov (charakteristík).

#### **Požiadavka**

Požiadavku vymedzuje ISO 9000:2005 [2] ako potrebu alebo očakávanie, ktoré sú stanovené, obecné sa predpokladajú, alebo sú záväzné.

Podstatou všetkého snaženia o dosahovanie a preukazovanie kvality je jednoznačne vyhovieť požiadavkám zákazníkom. Od stupňa splnenia požiadaviek závisí spokojnosť zákazníka. Požiadavky môžu byť vytvárané aj rôznymi zainteresovanými stranami (napr. veritelia, vlastníci).

#### **Inherentné znaky**

Za inherentné znaky alebo charakteristiky ISO 9000:2005 [2] považuje vnútorné vlastnosti objektu kvality, ktoré mu existenčne patria. Pod charakteristikou výrobku sa rozumie, napr. funkčné vlastnosti, estetické vlastnosti, spoľahlivosť, trvanlivosť, ovládateľnosť a pod. Sú výsledkom aplikácie použitých materiálov, konštrukčného riešenia a finálnych úprav. Charakteristiky služby predstavujú, napr. zdvorilosť, ochota, ústretovosť, dostupnosť, odborná spôsobilosť.

Kvalita podľa Dupaľu [4] predstavuje súhrn merateľných a nemerateľných vlastností, ktoré určujú stupeň spôsobilosti výrobku plniť funkcie, pre ktoré bol vyrobený. Vyjadruje schopnosti výrobku uspokojiť potreby zákazníka, ktorému prináša úžitkový efekt. Nejde však, len o splnenie požiadaviek zákazníka. Okruh zainteresovaných strán, ktorý majú záujem na kvalite je omnoho širší, napr. zamestnanci, spoločnosť, veritelia, vlastníci. Pre zabezpečenie kvality je nutné vedieť, kto sú naši zákazníci a ďalšie zainteresované strany, ich potreby a požiadavky, k akému účelu produkt slúži.



Ako uvádza Macurová [6], kvalita má aj časový rozmer, pretože nároky na kvalitu sa môžu meniť v čase vplyvom zmien potrieb zákazníka, kúpnej sily, vedecko-technického pokroku, konkurenciou, či vplyvom zmien spoločenských hodnôt.

Očakávané atribúty kvality výrobkov a služieb predstavujú bezchybnosť, kvalitatívne parametre a stabilita.

Podľa Vebera [11], ak sa hovorí o bezchybnosti, tak sa predpokladá, že keď má byť výrobok, či služba kvalitná, akékoľvek chyby a nedostatky musia byť minimálne. Naštartovanie programov bezchybnej práce v organizácii sa predpokladá zmenením postoja všetkých pracovníkov k chybovosti a kvalite vykonávanej práce. Všetky podozrivé výrobky musia byť starostlivo prekontrolované. Chybné prvky musia byť označené, práca na nich pozastavená. Ak je to možné, chybné prvky sú vrátené na opravu predchádzajúcemu pracovisku, ale ak nie je možné takúto chybu odstrániť, sú chybné prvky vyradené z výrobného procesu. V rámci výrobného procesu je odoberajúci útvar pre predchádzajúci útvar zákazníkom, ktorý musí dostať bezchybný výstup. Dôležité je zaistiť predpoklady organizácie pre výkon bezchybnej práce, a to jednoznačné výrobné príkazy, kompletnú prevádzkovú technickú dokumentáciu, kvalitný základný materiál, polotovary, kompletačné diely, kvalifikovaných pracovníkov, spôsobilé výrobné zariadenie, formy, šablóny, výrobné a kontrolné pomôcky. Veber [11] uvádza, že nekvalitná práca na strane pracovníka môže byť spôsobená vedomými chybami, chybami z nedostatku schopností a chybami z nedostatočnej pozornosti.

- Vedomé chyby – môžu to byť zámerné chyby, ktorých dôvodom býva vzdor, pocit urazenosti prameniaci z nedocenenia, predchádzajúceho pokarhania, či finančného postihu pracovníka. Potom ide o chyby z nedbalosti, ktoré organizácia dokáže len problematicky identifikovať a pracovník sa stáva anonymným. Tieto chyby sú spôsobené, napr. flegmatickým prístupom pracovníka, ktorý stratil záujem o prácu. Chyby zámerne zatajované, tieto chyby môžu byť zapríčinené pracovníkom, ale tiež ďalšími faktormi. Pracovník nedostatok rozpozná, ale nereaguje žiaducim spôsobom (vyradenie nezhodného výrobku). Dôvody môžu byť obavy, že vykázané chyby vrhnú zlé svetlo na kvalitu jeho práce alebo celej dielne.
- Chyby z nedostatku schopností - spôsobené, napr. nedostatočným vzdelaním, nedostatkom praktických skúseností, znalostí. Tieto chyby sa dajú do určitej miery znižovať školením pracovníka,

- Chyby z nedostatočného sústredenia pozornosti – neschopnosť sústrediť sa alebo časté vyrušovanie pracovníka, nadmerné zaťaženie, únava, prepracovanie, práca vykonávaná pod časovým tlakom alebo monotónna práca.

Stabilitu výrobku je možné zaistiť priebežnou kontrolou, dôslednou výstupnou kontrolou alebo je možné kvalitu implementovať do výrobku riadením akosti.

Pre udržanie kvality je nutná kontrola kvality, aby bolo možné získať potrebné dáta, na základe týchto dát uskutočniť analýzu a návrhy na zlepšenie (interné audity). Poslaním technickej kontroly kvality výroby ako uvádza Veber [12] je kontrolovať, analyzovať a hodnotiť kvalitu v podniku od vstupu surovín a materiálov (vstupná kontrola), cez výrobné operácie (resp. medzioperácie) až po výstup.

Za kvalitný je považovaný nielen ten produkt, ktorý ponúka najlepšie parametre ako sú výkon, rozsah funkcií, životnosť atď., ale je treba mať na zreteli aj dve polohy kvalitatívnych parametrov. Prvá je spojená s vlastným produktom a týka sa jeho bezprostredných vlastností a druhá je spojená so sprievodnými službami pri a po predaji.

Kvalita samozrejme úzko súvisí s ekonomickými kategóriami ako sú výrobné náklady a predajná cena.

## **2.2 Dôvody záujmu o kvalitu**

Jedným z hlavných dôvodov záujmov podniku o kvalitu výrobkov, služieb a procesov predstavujú konkurenčné tlaky. V súčasnosti sa už nestačí zamerať len na pružné reagovanie na požiadavky zákazníkov, pretože zákazníci sú stále náročnejší. Vyžadujú čo najlepšiu ponuku ceny a kvality. Zákazník uprednostňuje produkt, ktorý bude nielen plniť jeho očakávanie, ale poskytne mu aj niečo na viac, napr. je poskytnutý na mieru, prináša niečo úplne nového. Pri voľbe kritérií kvality je podľa Vebera [12] potrebné zohľadniť nielen súčasné, ale aj budúce perspektívne akostné kritériá. Dlhodobý výhľad umožňuje vytvoriť podmienky na náležitú kvalitu, ktorá zaručuje úspešné fungovanie spoločnosti. Od kvality závisí komerčná úspešnosť na trhu, cena, a teda ziskovosť produkcie. Vysoká kvalita často býva zdrojom vyššej ceny, avšak zároveň znamená zníženie nákladov na výrobu tým, že redukuje objem spotrebovaných výkonov. Zvyšovanie kvality má teda prednosť pred zvyšovaním kvantity.

Nutnosť zabezpečovania kvality je upravená i legislatívou. V prípade spoločnosti Izomont s.r.o, ktorá sídli na území SR, je kvalita upravená legislatívou platnou na území SR. Napr. v Obchodnom zákonníku 513/1991 Zb, úpravou dodávateľsko - odberateľských

vzťahov pri predaji a poskytovaní služieb. Ďalej podľa Občianskeho zákonníka Zákona č. 40/1964 Zb., Zákona č. 250/2007 Z. z. o ochrane spotrebiteľa, Zákona č. 294/1999 Z. z. o zodpovednosti za škodu spôsobenú vadným výrobkom, Zákona č. 264/1999 Z. z. o technických požiadavkách na výrobky a o posudzovaní zhody v platnom znení. Ďalej kvalita je upravená technickou normalizáciou STN, medzinárodnými normami napr. EN normy, ISO normy, IEC normy atď.

Dôvody záujmu o kvalitu je možné pozorovať taktiež z pohľadu nákladov a výnosov podniku. Ide napr. o zníženie strát súvisiacich s chybou alebo v prípade výnosov môže viesť k rozšíreniu predaja, ako u stálych zákazníkov, tak aj získanie nových. Dôležitými dôvodmi záujmu o kvalitu sú technologický pokrok alebo požiadavky na ochranu životného prostredia. Preventívne riešenie ekologických problémov už pri tvorbe výrobkov je oveľa efektívnejšie ako následné odstraňovanie ekologických škôd. Ďalším dôvodom záujmu o kvalitu môže byť vzťah kvality a dobrého mena firmy (goodwill), výrobné značky alebo ocenenia kvality výrobkov.

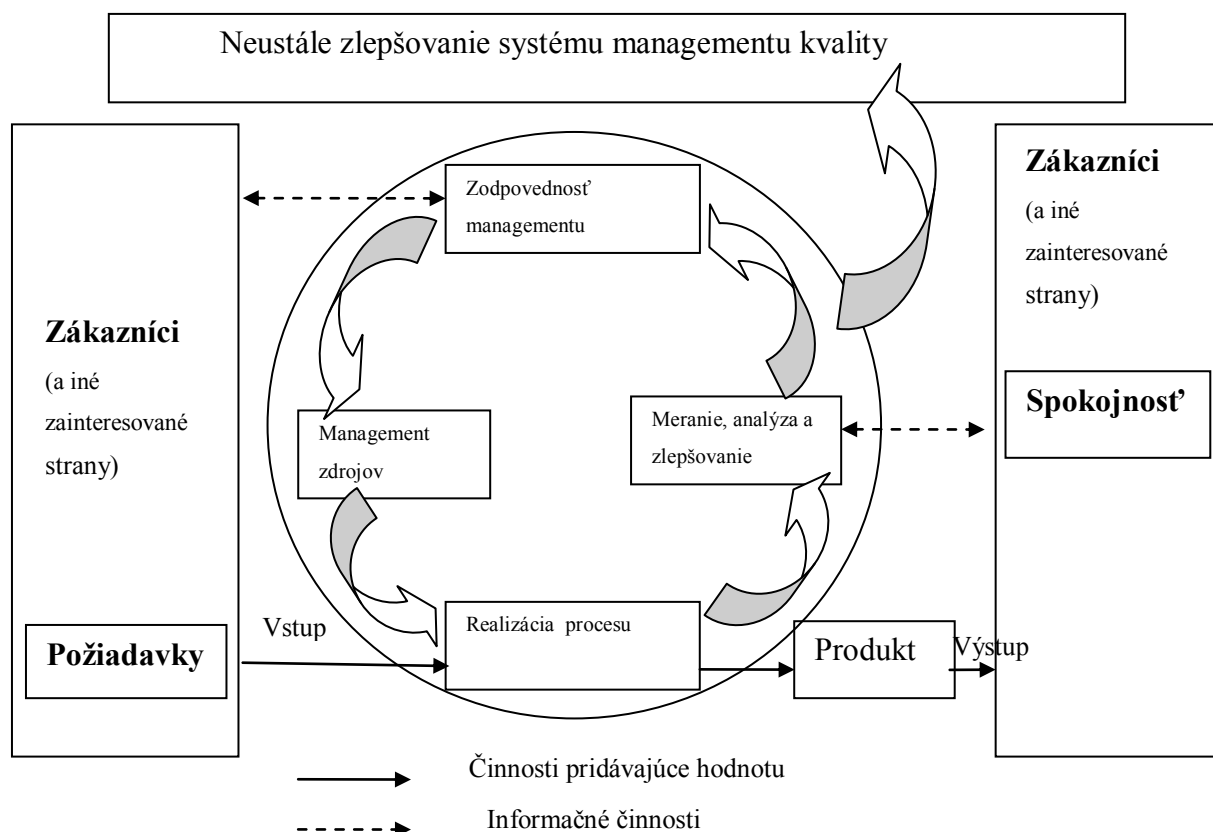
### **2.3 Management kvality**

Žiadny podnik nemôže dlhodobo ponúkať kvalitné výrobky a služby, ak sa za nimi neskrýva koordinované úsilie všetkých zamestnancov a pracovníkov. Management kvality podľa ISO 9000:2005[2] predstavuje koordinované činnosti pre usmerňovanie a riadenie organizácie s ohľadom na kvalitu. Podľa Dupaľa [4] je kvalita významnou zložkou managementu, ktorého konečným cieľom je uspokojiť zákazníkov požadovanými výrobkami a zároveň zabezpečiť ekonomickú prosperitu spoločnosti. Management kvality je súhrn vzájomne prepojených obchodných, technických, ekonomických, personálnych, informačných, sociálnych a ďalších nástrojov, ktorými sa zabezpečuje kvalita výrobkov. V podstate všetky činnosti v podniku by mali viesť ku kvalite.

Úspešné vedenie a fungovanie podniku vyžaduje, aby bol vedený a riadený systematickým a prehľadným spôsobom. Úspech môže byť výsledkom zavádzania a udržiavania takého systému managementu, ktorého cieľom je neustále zlepšovanie výkonnosti organizácie, a to na základe potrieb zainteresovaných strán. Bolo identifikovaných osem hlavných pilierov managementu kvality, ktoré tvoria základ noriem na systém managementu kvality v rámci súboru noriem ISO 9000. Sú to piliere: zameranie sa na zákazníka, vedenie a riadenie ľudí, zapojenie ľudí, procesný prístup, systémový prístup k managementu, neustále zlepšovanie, prístup k rozhodovaniu zakladajúci sa na faktoch, vzájomne prospešné dodávateľské vzťahy. Výsledná kvalita výrobku závisí od kvality

činností týchto pilierov a od vzťahov medzi nimi. Tento procesne orientovaný prístup podľa ISO 9000:2005 [2] demonštruje obr. 2. 1.

### Obr. 2. 1 Model procesne orientovaného systému managementu kvality



Zdroj: Vypracované podľa ČSN EN ISO 9000:2006 [2]

Z obrázka je zreteľné, že vzťahy medzi uvedenými piliermi a ich činnosti ovplyvňujú výslednú kvalitu výrobkov a služieb. Vzťahy medzi požiadavkami zákazníka a spokojnosťou zákazníka.

Preukazovanie kvality je časť managementu kvality zameraná na poskytovanie dôvery, že požiadavky na kvalitu budú splnené. Pre udržanie kvality, je nutná tiež kontrola kvality, aby bolo možné získať potrebné dáta. Na základe týchto dát sa uskutoční analýza a návrhy na zlepšenie kvality. Podľa Dupáľa [17] je poslaním technickej kontroly kvality výroby kontrolovať, analyzovať a hodnotiť kvalitu v podniku od vstupu surovín a materiálov (vstupná kontrola), cez výrobné operácie (resp. medzioperácie) až po výstup hotových výrobkov (výstupná kontrola). Základným predpokladom perfektnnej kontroly kvality je jednotnosť a správnosť mier a jednotiek merania.

Jednotlivé kontrolné operácie podľa Vebera [11] určujú, čo je predmetom kontroly, vrátane špecifikácie príslušných kvalitatívnych parametrov a ich tolerancií, kde a čím sa kontroluje, ako často sa kontrola bude uskutočňovať, podoby vedenia záznamu o kontrole, označenie dobrých a označenie chybných výrobkov a spôsobu ich izolácie a pod. O kontrole je treba viesť záznam, ktorý slúži ako dôkaz o prevedení kontroly a kontrolou zistené príslušné hodnoty kontrolovaných znakov.

## **2.4 Zlepšovanie kvality**

Jedným z charakteristických rysov systému managementu kvality je zlepšovanie. ISO 9000:2005 [2] charakterizuje zlepšenie ako časť managementu kvality, ktorá je zameraná na zlepšovanie schopnosti plnenia požiadaviek na kvalitu.

Podľa Vebera [11, str. 241] o zlepšenie ide vždy vtedy, keď bolo v porovnaní s predchádzajúcim stavom obojstranne dosiahnutého vyššieho ekonomického a vecného efektu. Dôležitá je efektívnosť a rozsah, v ktorom sú plánované činnosti realizované a plánované výsledky dosiahnuté a účinnosť vzťahu medzi dosiahnutými výsledkami a použitými zdrojmi. Činnosti zlepšovania podľa ISO 9004:2009 [3] môžu siahať od postupných neustálych zlepšení na pracovnom mieste, až po zásadné zlepšenie celej organizácie.

Neustále zlepšovanie predstavuje opakujúce sa činnosti pre zvyšovanie schopnosti plniť požiadavky zákazníkov a iných zainteresovaných strán. Je možné ho charakterizovať aj ako prírastkové zlepšenie, ktoré vedie k efektom v dlhodobom pohľade a skokové zlepšenie, u ktorého je okamžité viditeľný prínos.

Neustáleho zlepšovania je možné podľa ISO 9004:2009 [3] dosiahnuť poskytovaním príležitostí ľuďom v organizácii zúčastniť sa na činnostiach zlepšovania, a to prostredníctvom ich zmocňovania, poskytovaním nutných zdrojov, vytvorením systému oceňovania a odmeňovania za zlepšovanie a neustálym zlepšovaním efektívnosti a účinnosti samostatného procesu zlepšovania. Norma ISO 9004:2009 [3] odporúča, aby si organizácia stanovila ciele zlepšovania svojich produktov, procesov, organizačných štruktúr a systém managementu na základe analýzy dát.

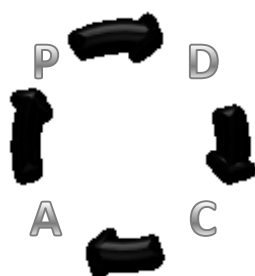
Mnoho podnikov zaviedlo rôzne prístupy pre zlepšovanie – interné smernice o zlepšovateľských aktivitách, zaviedli samostatnú pracovnú funkciu manažéra pre zlepšovanie. Využívajú prístupy zlepšovania zhora i zdola. Najznámejšie prístupy zamerané na zlepšovanie, resp. neustále zlepšovanie sú Cyklus PDCA, Metoda Quality Journal, prístup

Global 8D, Six sigma, Reengineering (skokové zlepšenie), Kaizen (zlepšovanie po malých krokoch).

#### 2.4.1 Cyklus PDCA

Procesy zlepšovania by mali podľa ISO noriem fungovať na základe štruktúrovaného prístupu. Norma však neurčuje konkrétny prístup. Všeobecne využívanou metodikou pre zlepšovanie je metóda PDCA, označovaná tiež ako Demingov zlepšovací cyklus. Tento cyklus, ktorý znázorňuje obr. 2.2, sa neustále opakuje. Názov metódy vychádza zo začiatočných písmen anglických slov vyjadrujúcich hlavné štyri kroky cyklu.

Obr. 2. 2 Cyklus PDCA



Zdroj: Spracované podľa Plura [7]

- **Plan** (plánuj) - každá zmena si vyžaduje podrobné plánovanie. Vypracovanie plánu aktivít zlepšovania, stanoví sa riešiteľský tím, definuje sa problém a cieľ zlepšenia,
- **Do** (vykonaj) – samotná realizácia plánu,
- **Check** (kontroluj) – monitorovanie a vyhodnotenie dosiahnutých výsledkov,
- **Act** (reaguj) – uskutočnenie vhodných korekcií, úprav ak výsledky neodpovedajú plánovaným zámerom.

Zavádzanie zmien v podniku nie je iba výsadou odborníkov (technológov, projektantov), ale všetkých pracovníkov v podniku. Ak je predložený akýkoľvek návrh, je ho treba pružne vyhodnotiť a rýchlo zaviesť, resp. upozorniť na jeho slabiny. Akonáhle je organizácia spokojná so stávajúcim stavom, nastáva poľavenie v zlepšovacích aktivitách. [7]

#### 2.4.2 Postup Quality Journal

Quality Journal, čiže v preklade Denník kvality, uvádza Plura [7] ako jeden zo systematických prístupov ku zlepšovaniu akosti. Postupnosť krokov pri riešení problémov sa vžil najmä v rámci hnutia Kaizen. Výsledky jednotlivých krokov sa názorne zobrazujú, aby boli neustále k dispozícii rozhodnutiam, zaznamenávaním úloh a pokrokov. Využívajú sa, napr. tradičné a moderné nástroje pre riadenie kvality, ďalej je možné využiť pre plánovanie zlepšovania metódu QFD, FMEA, POKA-YOKE, FTA, DOE atď. Medzi moderné nástroje

patria: afinitný diagram, diagram vzájomných vzťahov, stromový diagram, maticový diagram, analýza údajov v matici, diagram pre prevenciu problémov v procese zlepšovania, sieťový graf. Tradičné nástroje, ktoré budú podrobnejšie v tejto práci popísané v kapitole 2.4.3., sú vývojové a postupové diagramy, diagram príčin a následkov, tabuľky a formuláre pre zber informácií, Paretov diagram, histogram, bodové a regulačné diagramy. Tento systematický postup zlepšovania procesov prebieha v siedmich krokoch, ktoré uvádza Plura [7.]

### **Identifikácia problému**

Táto fáza je založená na faktoch. Pre zlepšovanie je potrebné získať a spracovať maximum informácií, dát, stanoviť a identifikovať najdôležitejší problém. Je nutné čo najpodrobnejšie a s využitím kvantitatívnych údajov popísať súčasný stav výskytu problému. Na základe popisu súčasného stavu je potreba špecifikovať cieľový stav, ktorý chce podnik pre zlepšenie dosiahnuť a očakávané prínosy. Dosiahnutie stanoveného cieľa by malo byť ekonomicky efektívne a reálne z ohľadom na technické možnosti. Je nutné stanoviť termín vyriešenia problémov a časový harmonogram jednotlivých krokov. Problém, u ktorého nie je stanovené časové vymedzenie, je obvykle považovaný za málo dôležitý. Macurová [6] odporúča tiež využiť v tejto fáze nástroje ako sú histogram, Paretová analýza a regulačné diagramy.

### **Sledovanie problému**

Skúma sa ako sa problém prejavuje, špecifikujú sa nositelia problému, zisťuje sa opakovanosť problému a vývoj skúmaného znaku problému v čase. Pri sledovaní problému sa zo všetkých možných hľadísk skúmajú jeho vlastnosti a vymedzujú sa podmienky jeho vzniku. Súčasťou je skúmanie času a miesta výskytu problému, jeho typu a príznakov. Sledovanie problému by malo prebiehať priamo na mieste vzniku problémov. Priame sledovanie poskytuje informácie, ktoré zo získaných údajov nemusia byť zjavné. Spôsob zhromažďovania údajov pri sledovaní problému by mal umožňovať identifikáciu pôsobenia náhodných a vymedziteľných príčin variability. Tzn. mal by umožňovať hodnotenie zmien rozdelenia sledovaných znakov v závislosti na čase. Toto odlišenie je dôležité pre stanovenie vhodných aktivít zlepšovania, lebo aktivity zamerané na odstránenie pôsobenia vymedziteľných príčin majú iný charakter, než aktivity zamerané na zníženie variability vyvolané náhodnými príčinami. Odporúčanými nástrojmi podľa Macurovej [6] sú vývojový diagram, spojnicové diagramy, histogram a Paretova analýza.

## **Analýza príčin problému**

Obvykle prebieha v dvoch fázach. Sú to fázy: stanovenie hypotéz a testovanie hypotéz. Stanovenie hypotéz predstavuje identifikáciu príčin a následkov, tímová analýza možných príčin a následná redukcia tých príčin, ktorých pôsobenie je skutočne preukázané. Najvhodnejším postupom pre stanovenie hypotéz je spracovanie diagramu príčin a následkov. Macurová [6] uvádza tiež brainstorming, afinitný diagram.

Podľa Plura [7, str. 40] testovanie hypotézy je možné zaistiť uskutočnením plánovaného experimentu alebo zhromaždením nových dát, ktoré umožnia overiť skutočné pôsobenie kľúčových príčin a stanoviť mieru vplyvu. Pri hodnotení sa široko uplatňujú štatistické metódy ako je prieskumová analýza dát, regresná a korelačná analýza, analýza rozptylu (ANOVA). Ďalšími odporúčanými metódami podľa Macurovej [6] sú simulácie a DOE. Potvrdenie vplyvov určitej príčiny na riešený problém je možné dosiahnuť i úmyselným vyvolaním problému. Jedná sa o účinnú metódu overenia hypotézy. V mnohých prípadoch ju však z ekonomických a časových dôvodov nie je možné aplikovať.

## **Návrh a realizácia opatrenia k odstránení príčin problému**

Spočíva v identifikácii možných riešení problému vrátane ich uplatnenia. Okamžité opatrenie obvykle nezabráni opakovanému výskytu problému. Je nutné vždy aplikovať postupy, ktoré budú odstraňovať príčiny problému. Teda rozlišujeme nápravné opatrenia, ktorými sa zabráňuje opakovanému vzniku problému pôsobením koreňovej príčiny a preventívne opatrenia, zabráňujúce vzniku potenciálneho problému.

Návrhy opatrenia je vhodné spracovať v tíme, napr. aplikáciou afinitného diagramu alebo brainstormingu. U návrhov opatrení je žiaduce preskúmať ich výhody a nevýhody, previesť ich podrobné hodnotenie z rôznych hľadísk vrátane ekonomických. Pracuje sa vo variantoch, tímovým spôsobom. Je nutné zaoberať sa aj tým, či realizácia navrhovaného opatrenia nebude sprevádzaná nežiaducimi sprievodnými javmi, ktoré by mohli znamenať nový problém. Opatrenia by sa mali preto experimentálne odskúšať. Na základe uskutočneného hodnotenia by tím mal dosiahnuť konsenzus, vybrať optimálnu variantu opatrenia a túto realizovať.

## **Kontrola účinnosti opatrenia a vyhodnotenie efektov**

Po realizácii schválených opatrení sa uskutočňuje kontrola ich účinnosti. Hodnotenie účinnosti uskutočnených opatrení je založené na porovnávaní výsledkov dosahovaných pred realizáciou opatrenia a po realizácii. Príslušné údaje by mali byť spracované rovnakým



spôsobom a okrem posúdenia zmeny výskytu konkrétneho problému by mali zahŕňať aj komplexné posúdenie všetkých zmien. Efekty uskutočnených opatrení je vhodné prezentovať i vo finančnom vyjadrení. Ak po realizácii opatrení neboli dosiahnuté uspokojivé výsledky, je nutné najprv overiť, či plánované opatrenia boli realizované v súlade s pôvodným rozhodnutím. Ak áno, je nutné hľadať iné vhodné opatrenia, prípadne sa vrátiť späť k sledovanému problému. Odporúčané nástroje v tejto fáze podľa Macurovej [6] sú meranie a vizualizácia.

### **Trvalá eliminácia príčin**

Ide o uplatňovanie a štandardizáciu (zakotvenie) nového riešenia v dokumentácii. V prípade zlepšenia, ku ktorému viedla realizácia opatrení, je potreba zaistiť trvalé zakotvenie uskutočnených zmien. Pokiaľ k tomu nedôjde, vzniká nebezpečenstvo, že sa všetko vráti do pôvodného stavu. Vhodným spôsobom udržiavania zlepšeného stavu môže byť, napr. uskutočnenie štatistickej regulácie procesu. Odporúčanými nástrojmi v tejto fáze sú záväzná dokumentácia, oboznámenie zamestnancov, výcvik a zakotvenie motivácie. Okrem základných informácií je však pre pracovníka, ktorý prácu vykonáva, dôležité poznať odôvodnenie prečo sa zmena alebo postup vlastne zavádza. Pokiaľ nebude vedieť prečo má byť daný postup používaný, je vysoká pravdepodobnosť, že ho nebude používať. Štandardizáciu zmien je nutné zaistiť stanovením zodpovednosti za kontrolu ich dodržiavania.

### **Správa o riešení problému a plánovanie budúcich aktivít**

Priebeh a výsledky riešenia sú doložené konkrétnymi dátami a rozbormi. V správe sa vyhodnocujú dosiahnuté výsledky a sumarizujú problémy, ktoré sa nepodarilo celkom vyriešiť. Správa by mala obsahovať návrhy činností potrebné k doriešeniu týchto problémov. Súčasťou záverečného hodnotenia by malo byť i posúdenie priebehu riešenia tak, aby dobré skúsenosti bolo možné využiť v nasledujúcich aktivitách zlepšovania. Odporúčaným nástrojom podľa Macurovej [6] sú kontrolné tabuľky.

V ďalšej podkapitole sa zameriam predovšetkým na tzv. tradičné nástroje riadenia kvality, ktoré v mojej práci využijem pri analyzovaní problému s kvalitou a na základe, ktorých sa pokúsim navrhnúť možnosti zlepšenia kvality.

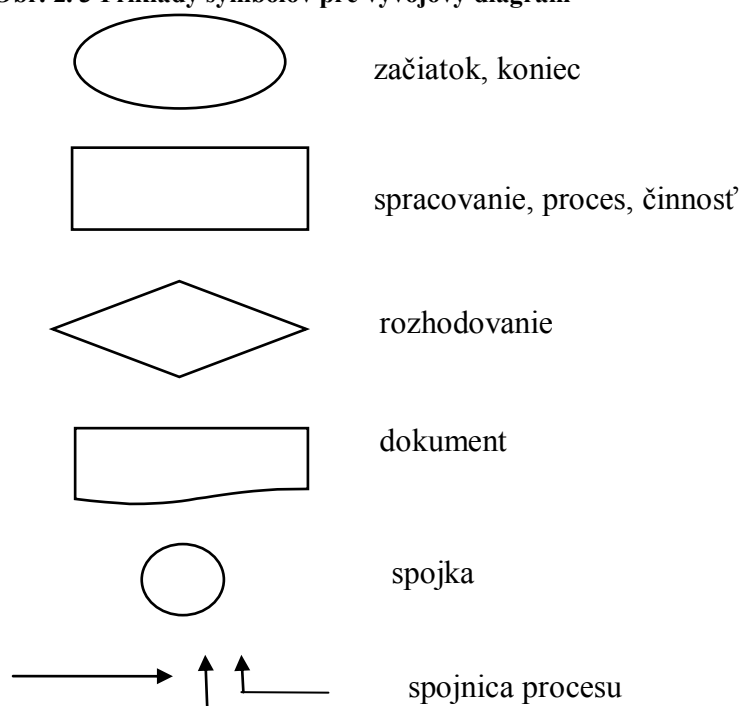
### 2.4.3 Sedem tradičných nástrojov riadenia kvality

Patria medzi dôležitú skupinu nástrojov a metód pre riadenie kvality. Sú to vývojové a postupové diagramy, diagram príčin a následkov, tabuľky a formuláre pre zber informácií, Paretov diagram, histogram, bodové a regulačné diagramy. Tieto nástroje predstavujú jednoduché, všeobecné a metodické postupy, ktoré sa úspešne využívajú pri zhromažďovaní, usporiadaní a následnej analýze informácií pre hľadanie ciest k ďalšiemu zlepšovaniu. Osvedčujú sa nielen vo výrobe, ale i v akejkoľvek operatívnej činnosti pri hľadaní súvislosti, vyšetrovaní príčin, stanovení priorít a hľadania možností zlepšovania. Boli rozvinuté v Japonsku najmä K. Ishikavom a W.E. Demingom. Usporiadanie jednotlivých nástrojov, by malo byť v súlade s postupnosťou ich používania pri riešení problému s kvalitou.

#### Vývojové diagramy

Vývojový diagram, označovaný aj ako postupový diagram, slúži k dokonalému poznaniu analyzovaného procesu. Pomocou týchto diagramov sa znázorní následnosť jednotlivých procesov výroby výrobku.

Obr. 2. 3 Príklady symbolov pre vývojový diagram



Zdroj: Spracované podľa Plura [7]

Identifikujú sa jednotlivé kroky, zodpovedajúce vstupy a výstupy, vzájomnú previazanosť jednotlivých činností. Predstavuje názorné zobrazenie procesu a prispieva tak k jeho lepšiemu a rýchlejšiemu pochopeniu. Je vhodným nástrojom pre analýzu procesu,

jednotlivých krokov, rozhodujúcich úloh, pre identifikáciu miesta, kde môžu vzniknúť problémy, pre optimalizáciu rozmiestnenia kontrolných miest a pre identifikáciu nadbytočných činností. Vývojový diagram je akýkoľvek diagram, ktorý ukazuje ako spolu súvisia rôzne prvky systému. Využíva sa, napr. k identifikácii problémov a návrhu ich riešenia.

Spracovanie vývojového diagramu procesu by malo byť tímovou prácou a mali by sa ho zúčastniť najmä tí, ktorý proces používajú. Pred vlastným spracovaním sa presne vymedzí začiatok a koniec popisovaného procesu. Zložitejšie procesy je vhodné rozdeliť na čiastkové procesy tak, aby spracovaný vývojový diagram bol dostatočne prehľadný a ak je to možné, nepresiahol jednu stránku. Následne sa identifikujú jednotlivé kroky procesu.

Pri konštrukcii vývojových diagramov sa používa zavedená grafická symbolika. Najčastejšie používané symboly znázorňuje obr. č. 2. 3.

### **Diagram príčin a následkov**

Nazývaný tiež Ishikawa diagram alebo diagram rybej kosti. Podľa Vebera [11] ide o nástroj, ktorý používa na grafické zobrazenie príčinnej súvislosti medzi riešeným problémom a jeho príčinami. Pomocou grafického záznamu sa zobrazujú príčiny, ktoré ovplyvňujú výslednú skúmanú vlastnosť alebo problém. Najčastejšie sa táto metóda používa v tíme odborníkov s využitím brainstormingu. Je možné zapojiť do riešenia problémov aj laikov, ktorý sa na daný problém môžu pozeráť z úplne iného uhla a prispieť tak k jeho vyriešeniu.

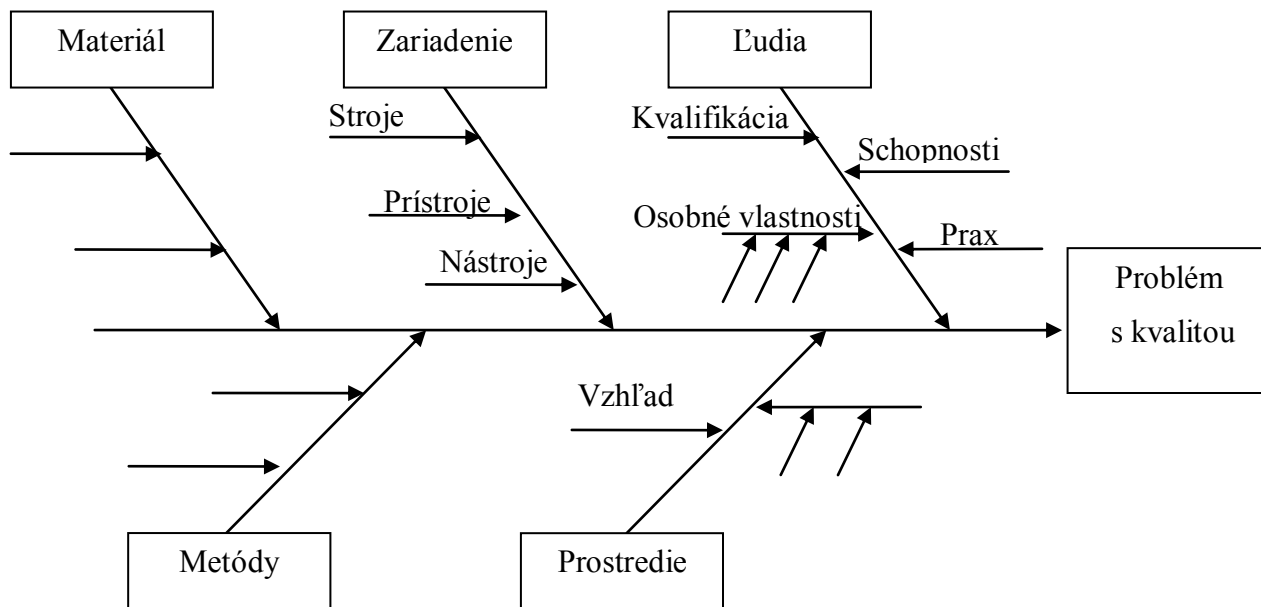
Vymedzí sa problém, ktorý sa bude riešiť. Môže ísť ako o existujúci, tak i o potenciálny problém. Definovaný následok sa zaznamenáva na pravú stranu pracovnej plochy a zakreslí sa hlavná vodorovná línia. Hlavné kategórie sú zaznamenávané do vznikajúceho diagramu ako hlavné vetvy smerujúce k vodorovnej línii. Jednoduchá verzia diagramu s hlavnými kategóriami a niekoľkými podkategóriami je znázornená v obr. č. 2. 4.

Tím postupne v jednotlivých kategóriách analyzuje všetky možné príčiny daného následku na postupne rastúcu úroveň podrobnosti. Identifikované možné príčiny sa postupne zaznamenávajú na vedľajšiu vetvu diagramu. Táto dekompozícia príčin by mala byť uskutočňovaná tak dlho, dokým sa neodhalia všetky koreňové príčiny následku. Koreňové príčiny, tzn. také príčiny, ktoré už nie je potreba ďalej dekomponovať, je možné odstrániť návrhom konkrétnych nápravných alebo preventívnych opatrení. Vytvorený diagram by sa mal stať záznamom, s ktorým sa neustále pracuje a ďalej sa dopĺňa o nové zistené poznatky.

Príčiny je možné v diagrame usporiadať podľa:

- činiteľov procesu, ktoré by mali byť dostatočne konkretizované,
- fázy procesu s druhotnou dekompozíciou na príčiny vyskytujúce sa v jednotlivých fázach.

Obr. 2. 4 Ishikawa diagram príčin a následkov



Zdroj: Spracované podľa Veber [11, str. 149]

### Vyhodnotenie Ishikawa diagramu

Po vytvorení Ishikawa diagramu je nutné vyhodnotiť jednotlivé navrhnuté príčiny problému. Podľa zvolenej metódy sa určí poradie príčin a vyberie sa tá najdôležitejšia príčina.

Jednou z metód stanovenia dôležitosti príčin je metóda expertného hodnotenia významu funkcií. Podľa Macurovej [2008, s. 131] sa môže postupovať tak, že si každý člen tímu vyberie podľa svojich odborných znalostí tri najzávažnejšie príčiny a postupne priradí 3, 2 a 1 bod. Alebo sa môže postupovať tak, že každý člen tímu disponuje napr. 10 bodmi, ktoré pridelí najvýznamnejším príčinám. Body priradené príčinám jednotlivými členmi tímu sa spočítajú a príčiny sa usporiadajú podľa získaného počtu bodov. Následne sa uplatní Paretova analýza príčin, kde kritériom bude získaný počet bodov a vyhľadajú sa životne dôležité menšiny. Môže sa postupovať aj tak, že každý člen tímu určí poradie všetkých príčin a poradie sa spočíta. Tento postup však vedie k malej diferenciácii príčin.

Využíva sa aj metóda pomerových čísel. Postup uvádza Vlček [13, s. 167]. Pri tejto metóde sa najskôr priradí najmenej dôležitej príčine hodnota koeficientu významnosti príčiny  $k_I = 1$ . Dôležitosť ostatných príčin sa určí odborným posúdením pomocou koeficientu, ktorého

veľkosť vyjadruje pomer k funkcii najmenej dôležitosti. Inými slovami, koľkokrát je hodnotená funkcia dôležitejšia než najmenej významná príčina s koeficientom  $k_1 = 1$ . Prednosťou tejto metódy je to, že rešpektuje rozdielne intervalové rozloženie významu jednotlivých funkcií. Ďalej je to skutočnosť, že táto stupnica pomerových čísiel nie je dopredu uzatvorená a môže nadobúdať akejkoľvek hodnoty. Hodí sa k stanoveniu koeficientov významnosti ( $k_1$ ) najmä tam, kde sú veľké rozdiely v dôležitosti jednotlivých príčin.

Ďalej pre určenie významnosti príčin je možné využiť metódu párového porovnávania.

### **Tabuľky a formuláre pre zber informácií**

Sú určené k systematickému zhromažďovaniu údajov potrebných pre riadenie a zlepšovanie akosti.

Formuláre a tabuľky môžu mať papierovú aj elektronickú podobu. Sú jednoduché, dobre zrozumiteľné a dostatočne prehľadné. Mali by umožňovať záznamy údajov o všetkých dôležitých podmienkach, za ktorých boli zhromaždené dáta získané. Údaje by mali zahŕňať dátum, čas, miesto, výrobné zariadenie, meno pracovníka, ktorý zber a záznam údajov uskutočňoval, použitú meraciu metódu a druh meracieho zariadenia, identifikáciu sledovanej výrobnéj dávky, parametre výroby a ďalšie dôležité údaje.

Znalosť identifikačných údajov má veľký význam pre stratifikáciu dát, triedenie dát podľa určitých hľadísk, čo je dôležité pre ďalšie hodnotenie údajov. Vhodnými hľadáskami pre stratifikáciu dát sú, napr. druh zistenej nezhody, príčina vzniku nezhody, vymedzenia oblasti, kde bola nezhoda zistená, výrobná linka, obsluha atď.

Pred samotným spracovaním formulára pre zber údajov je potreba stanoviť, aké informácie majú zhromaždené údaje poskytnúť a na aké otázky majú odpovedať. Formuláre plnia funkciu kontrolného záznamu. Záznamy o chybách sa odvíjajú od kontrolných miest a ich kontrolovaných parametrov. Podľa kontrolnej tabuľky je jasné, ktoré veličiny a parametre a kde sa majú kontrolovať. Tieto budú potrebné na ďalšiu analýzu a určenie možností zlepšovania.

Dôležitým zdrojom informácií pre identifikáciu potrebných údajov je diagram príčin a následkov analyzujúci všetky možné príčiny riešeného problému. Navrhnutý formulár pre zber údajov je vhodné pred zavedením do užívania vyskúšať, pretože až jeho použitie ukáže jeho nedostatky.

## **Paretov diagram**

Identifikuje a stanovuje problémy, ktoré je potrebné riešiť. Paretov diagram je založený na tzv. Paretovom princípe. Tento princíp spočíva v tom, že 80% následkov je spôsobených 20% príčin. Na základe tohto princípu je teda možné napr. stanoviť, že na vznikajúcich problémoch sa rozhodujúcou mierou podieľa len určitá skupina výrobkov z celého výrobného programu, ktoré ovplyvňujú akosť výrobku. Čiže menšia skupina činiteľov má vplyv na väčšiu skupinu činiteľov.

Malé skupiny činiteľov, ktoré sa rozhodujúcou mierou podieľajú na analyzovanom probléme sa označujú ako životne dôležitá menšina. Ostatná časť sa označuje ako užitočná väčšina. Toto vymedzenie je veľmi dôležité pre lokalizáciu problému a jeho efektívne riešenie.

Na určenie životne dôležitej menšiny sa podľa Plura [7] využívajú dva druhy kritérií, ktoré sú konštruované na rozdielnom základe. Sú to:

- určitá zvolená hodnota relatívneho kumulatívneho súčtu v %,
- priemerná hodnota príspevku na jedného činiteľa.

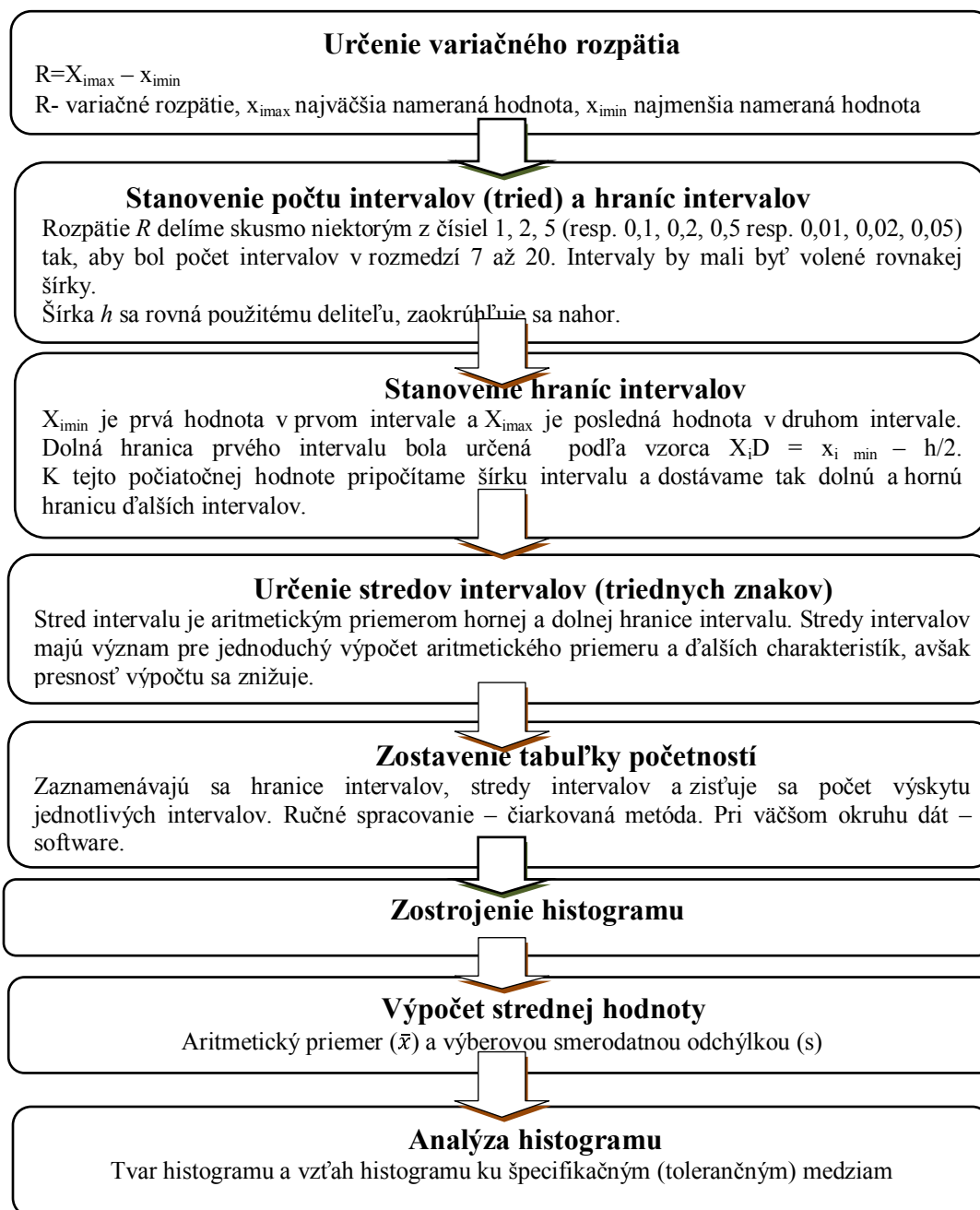
Vstupné údaje pre Paretov diagram sú informácie o výskyte nezhôd, alebo ich príčin za určité časové obdobie, ktoré sú vhodným spôsobom stratifikované (vrstvené). Získané údaje sa usporiadajú do tabuľky a vypočíta sa absolútna početnosť týchto hodnôt, relatívna početnosť a kumulovaná relatívna početnosť. Pre určenie hodnôt identifikovaných a zhromaždených položiek je niekoľko kritérií. Ide o počet výskytov, finančné ocenenie a bodové vyjadrenie. Využíva sa najmä pri hodnotení kvalitatívnych položiek. Nezhody je nutné v tabuľke zoradiť podľa výskytu početností zostupne. Následne sa nakreslí Paretov diagram a stanovia sa hranice medzi životne dôležitou menšinou a užitočnou väčšinou. Paretov diagram je tvorený usporiadaným stĺpcovým grafom, ktorý porovnáva napr. výdaje vzťahujúce sa k jednotlivým nezhodám a lomenou krivkou (Lorenzovú krivku), ktorá zobrazuje hodnoty kumulatívnych súčtov, respektíve relatívnych kumulatívnych súčtov týchto výdajov. Zistené životne dôležité nezhody je možné podrobiť ďalšiemu skúmaniu, kde sa všima toho, za akých okolností nezhody vznikli, napr. roztriedenie nezhôd podľa dodávateľov, pracovísk, dňa v týždni a pod.

## **Histogram**

Predstavuje grafické usporiadanie nameraných hodnôt znaku kvality rozdeleného do tried na jednej osi a na druhej osi je nanosená početnosť výskytu znaku v jednotlivých triedach. Hodnoty sú zoskupené do jednotlivých stĺpcov – intervalov.

Je to nástroj na zobrazenie premenlivosti výstupov procesov. Histogram sa používa na testovanie javov (chybovosť, nepodarkovosť a pod.) na normálne rozdelenie pravdepodobnosti výskytu javu. Histogram je možné využiť od analýzy akosti vstupu cez hodnotenie úspešnosti aktivít zlepšovania akosti, analýzy spôsobilosti procesu a pod.

**Obr. 2. 5 Postup pre zostrojenie histogramu**



Zdroj: Vlastné spracovanie

Podkladom pre konštrukciu histogramu je tabuľka intervalového rozdelenia početností hodnôt. Odporúča sa rozpätie 5 až 20 intervalov. Počet intervalov závisí od rozsahu výberu. V prípade, že sa vytvorí príliš málo intervalov, histogram neposkytne očakávanú informáciu

o charaktere rozdelenia hodnôt. Avšak ak sa vytvorí príliš mnoho intervalov, bude histogram príliš členitý a jeho využiteľnosť pre ďalšiu analýzu býva veľmi malá. Pri stanovení vhodnej šírky intervalu sa vychádza z variačného rozpätia nameraných hodnôt a zvoleného počtu intervalov. Výška intervalov histogramov je daná početnosťami v danom intervale.

Postup pre zostrojenie histogramu je spracovaný v obr. 2. 5. a vychádza z Macurová [6]. Na základe šírky a počtu intervalov sa stanoví horná a dolná hranica jednotlivých intervalov. Analýza zostrojeného histogramu sa sústreďuje na centrovanie histogramu, ktoré charakterizuje stredná hodnota sledovaného znaku, na šírku histogramu, ktorá charakterizuje variabilitu hodnôt a jeho tvar, ktorý umožňuje odhaliť niektoré vymedziteľné príčiny variability.

Tvary histogramov môžu prezradiť o sledovaných javoch rôzne skutočnosti. Z jeho tvaru poznáme, či je rozdelenie normálne, či v procese pôsobia iba náhodné alebo aj vymedziteľné príčiny alebo zo súboru s normálnym rozdelením môžeme odhadnúť v akom rozmedzí sa bude nachádzať väčšina hodnôt. Je možné orientačne odhadnúť spôsobilosť procesu plniť požiadavky zákazníka alebo technické špecifikácie.

### **Bodové diagramy**

Bodový diagram je jednoduchou pomôckou pre orientačné zisťovanie existencie vzájomných závislostí tesností medzi dvoma premennými súbormi dát a ich druhov. Ich vzájomné hodnoty sa nanášajú ako súradnice na osy x,y a vyznačia sa bodom. Príklady závislosti sú uvedené v obr. 2. 6.

Rozmiestnenie bodov v diagrame charakterizuje smer, tvar a mieru tesnosti závislosti medzi sledovanými premennými. Umožňuje skúmať, čo sa stane s jednou premennou, ak dôjde k zmene druhej premennej.

Príčinou rozptylu bodov je najčastejšie pôsobenie ďalších vplyvov ako je, napr. variabilita parametrov procesu, vonkajších podmienok, vlastností použitých materiálov a pod. Na rozptyle bodov sa rovnako podieľa nepresnosť stanovenia hodnôt odpovedajúcich premenným, ktoré ovplyvňuje rada parametrov, napr. nepresnosť metódy stanovenia presnosti meracieho zariadenia.

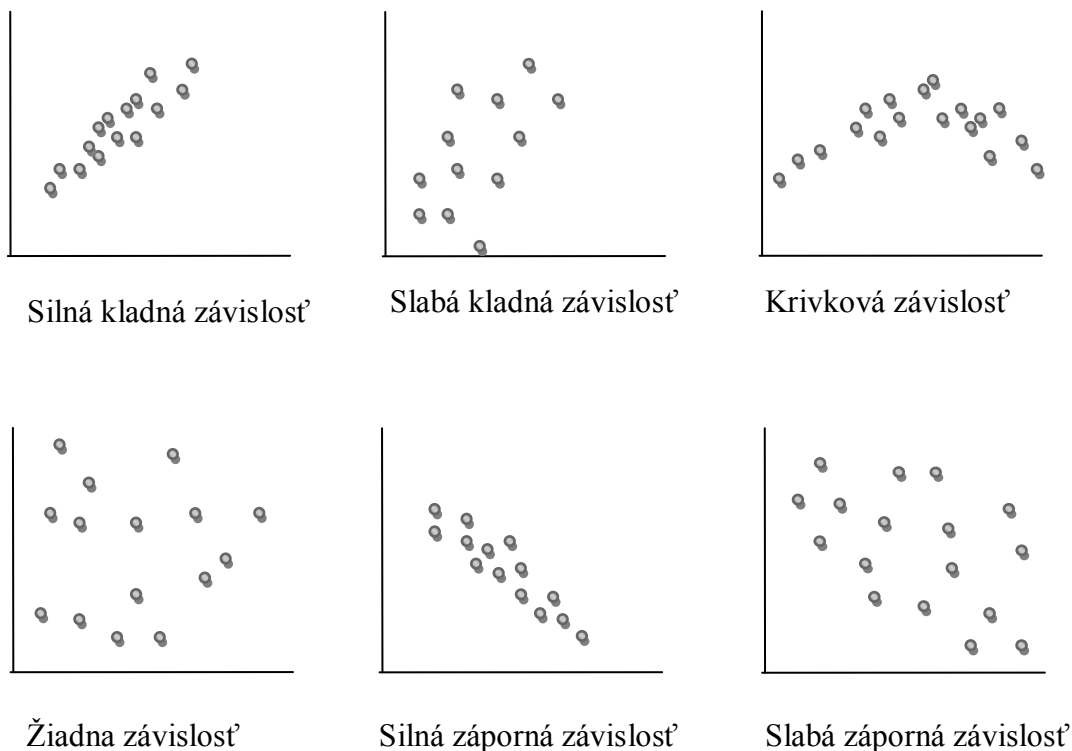
Zobrazením odpovedajúcich párov hodnôt skúmaných premenných nájdeme odpoveď na to, či sú alebo nie sú premenné na sebe závislé a aká je povaha tejto závislosti (silná, slabá).

Sústredia sa dvojice údajov z dvoch pravdepodobne vzájomne súvisiacich súborov. Veber [12] odporúča cca 30 dvojíc. Tieto dvojice sa formou zhluku oboch hodnôt ako bodov



postupne uvedú do klasickej sústavy súradníc diagramu XY. Usporiadanie bodov v bodovom diagrame bližšie špecifikuje formu závislosti.

**Obr. 2. 6** Príklady závislostí v bodových diagramoch.



Zdroj: Spracované podľa Veber [12]

Pred vyslovením záveru z analýzy bodového diagramu je teda potrebné starostlivo analyzovať stupnice hodnôt na jednotlivých osách. Ak vykazuje usporiadanie bodov na ploche nejaké trendy, potom sú veličiny závislé a priebeh ukáže povahu závislosti. Blízkosť umiestnených bodov naznačí tesnosť vzťahu. Bodové diagramy slúžia skôr pre stanovenie hypotézy o tom, že takýto vzťah vôbec existuje.

Pre posúdenie toho, či príslušnú závislosť je možné popísať vhodným matematickým vzťahom a či tento vzťah je štatisticky významný, je nutné uskutočniť ďalšie hodnotenie, pre ktoré sa využíva regresná a korelačná analýza.

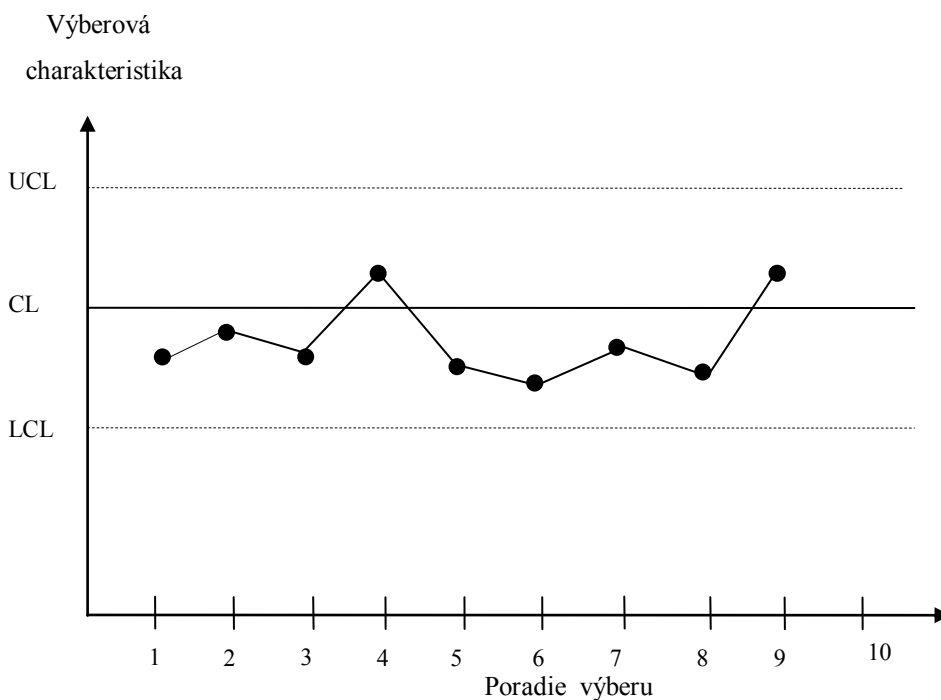
### Regulačné diagramy

Sú hlavným nástrojom štatistickej regulácie procesu. Príklad obecného tvaru regulačného diagramu je uvedený v obr. 2.7. Tošenovský; Noskievičová [10, str. 179] charakterizujú regulačné diagramy ako grafický prostriedok zobrazenia variability procesu v čase. Využívajú princípy testovania štatistických hypotéz. Jednou z funkcií efektívneho využitia regulačných diagramov je poskytnúť štatistický signál, keď začne pôsobiť

vymedziteľná príčina a vyhnúť sa zbytočnému signálu, keby k žiadnej významnej zmene v procese nedošlo.

Základom regulačného diagramu je postupnosť výberov v čase reprezentovaných výberovými ukazovateľmi. Výberová charakteristika vypovedá o okamžitom stave procesu voči regulačným medziam, ktoré sú stanovené na základe premenlivosti, vyvolané iba náhodnými príčinami. Za predpokladu pôsobenia týchto náhodných príčin budú ležať výberové ukazovatele s veľkou pravdepodobnosťou vo vnútri týchto regulačných medzí a ukazujú, ako sa chová proces pokiaľ sa v ňom nič podstatného nemení. Vymedziteľná príčina variability je jedna z dvoch skupín príčin skutočného kolísania vlastností produktov. Druhou skupinou sú náhodné príčiny variability.

**Obr. 2. 7 Regulačný diagram**



Zdroj: Vlastné spracovanie

Podľa Macurovej [6] analýza regulačného diagramu umožňuje odpovedať na otázky:

- Je proces štatisticky stabilný? Je variabilita normálna alebo abnormálna?
- Aké je chovanie procesu?
- Je nutné zasahovať do procesu? Akí sú pravdepodobní nositelia nenormálnej variability procesu?
- Existuje možnosť zlepšenia procesu pri daných podmienkach?

## Vymedziteľné a náhodné príčiny variability

Vymedziteľné príčiny podľa Plura [7] vyvolávajú variabilitu, ktorá vedie k reálnej zmene výrobného procesu, ktoré sa prejaví zmenou rozdelenia sledovaného znaku akosti. Delia sa na:

- **Nepredvídateľné vymedziteľné príčiny** - nepredstavujú prirodzené chovanie procesu, pôsobia nepravidelne a nie je možné ich popísať štatistickými zákonitosťami. Preto by mali byť odstránené. Ak však nie sú účinné nápravné opatrenia trvalého charakteru, môžu sa tieto príčiny objaviť znovu.
- **Predvídateľné vymedziteľné príčiny** – ich pôsobenie je možné popísať pomocou fyzikálnych zákonitostí a experimentálnych skúmaní. Jedná sa najmä o príčiny, ktorých pôsobenie je dané fyzikálnou podstatou daného procesu. Pôsobenie týchto príčin je možné do určitej miery obmedziť, ale nie je ich možné celkom odstrániť.

Náhodné príčiny predstavujú širokú škálu neidentifikovateľných príčin, z ktorých sa každá na celkovej variabilite podieľa len malou zložkou. Súčet týchto náhodných príčin je však merateľný a chápaný ako prirodzený rys procesu. Ich pôsobenie je prakticky trvalé, a teda relatívne predvídateľné, pretože vplyvom ich pôsobenia sa poloha ani variabilita sledovaných znakov akosti v čase prakticky nemení. Obmedziť ich celkové pôsobenie je možné iba radikálnymi zásahmi do výrobného procesu. Napr. zmena systému riadenia procesu, zmena výrobného zariadenia.

## Štatistická regulácia procesu

Štatistická regulácia procesu (SPC) uvádza Veber [11] ako efektívnu metódu predovšetkým tam, kde význam sledovaného znaku vyžaduje dohľad nad vývojom procesu v čase. Regulácia predstavuje udržiavanie procesu v stanovených medziach. Je to nástroj pre prevenciu voči vzniku nezhôd a pre udržiavanie procesov v prijateľnom stave. Umožňuje nielen kontrolovať, ale aj ovplyvňovať procesy. Proces je podrobený operatívne riadeniu do takej miery, že sú dostatočne včas odhalené zmeny v chovaní procesu, aby mohla byť uskutočnená náprava skôr, než bude ohrozený záujem. Význam SPC vyplýva zo skutočnosti, že kolísanie, a teda výskyt odchýlok od požadovanej hodnoty, je vlastné každému procesu. Ak nie sú odchýlky pod kontrolou, môžu spôsobiť, že výsledok procesu neodpovedá požiadavkám zákazníka, a to či externému, alebo internému. Odchýlky vždy prinášajú rast nákladov.

Existujú dva typy regulácie. Regulácia porovnávaním a regulácia meraním. Líšia sa vo veľkosti podskupín, ktoré sú nutné pre zaistenie vypovedajúcej schopnosti diagramu, nákladov na odber, meranie a spracovanie dát.

Regulácia porovnávaním sa používa tam, kde za regulovanú veličinu boli zvolené nezhody alebo nezhodné jednotky. Zisťuje sa len počet nezhodných jednotiek v podskupine, a to porovnaním so vzorom. Zostavuje sa jediný regulačný diagram, do ktorého sa nanáša zistený počet nezhôd. Je možné sledovať viac kvalitatívnych znakov naraz, napr. rôzne druhy nezhôd na jednom produkte. Nevýhodou regulácie porovnávaním je, že táto regulácia nie je nástrojom prevencie. Pri regulácii týmto typom je potrebná podskupina o veľkosti 20 a viac vzoriek. Pre štatistickú reguláciu porovnávaním uvádza Macurová [6] diagramy:

- regulačný diagram (u) pre počet nezhôd na jednotku v podskupine,
- regulačný diagram (p) pre podiel nezhodných jednotiek v podskupine,
- regulačný diagram (c) pre počet nezhôd na kontrolovanom objekte,
- regulačný diagram (np) pre počet nezhodných jednotiek v podskupine.

Pri regulácii meraním sa hodnota regulovanej veličiny zistí meraním. U každej podskupiny sa vypočíta stredná hodnota a ukazovateľ variability. Skonstruuujú sa dva regulačné diagramy, jeden pre strednú hodnotu a jeden pre ukazovatele variability. Regulácia meraním pracuje s regulovanou veličinou, ktorá má kvantitatívny charakter, napr. dĺžka, hmotnosť, šírka atď. Vychádza sa z predpokladu, že pôsobia iba náhodné príčiny a namerané hodnoty regulovanej veličiny majú normálne rozdelenie. Preto je veľmi užitočné použiť histogram. Zber dát pre konštrukciu histogramu je vhodné uskutočňovať tak, aby z nich bolo možné vytvoriť tiež diagram stability. Pri regulácii postačí, aby podskupinu tvorilo 4 až 5 vzoriek.

Podľa ČSN ISO 8258 Sherwhartové regulačné diagramy sa používajú:

- regulačný diagram ( $\bar{X}$ , R) pre priemer podskupín a rozpätie podskupín,
- regulačný diagram ( $\bar{X}$ , s) pre priemer podskupín a smerodajnú odchýlku,
- regulačný diagram (Me, R) pre medián podskupín a rozpätie podskupín,
- regulačný diagram x, pre individuálne hodnoty.

V regulačných diagramoch sa zakresľujú regulačné medze, ktoré sú vypočítané z výberových charakteristík. Sú to horná regulačná medza (UCL – Upper Control Limit), dolná regulačná medza (LCL – Lower Control Limit) a centrálna čiara (CL – Central Line)

Vzorce pre regulačné medze sú odvodené od vlastností normálneho rozdelenia pravdepodobnosti (regulácia meraním), alebo od Poissonového, či binomického rozdelenia (regulácia porovnávaním). Horná a dolná regulačná medza je u Shewhartových regulačných diagramov vzdialená od centrálnej čiary  $\pm 3$  smerodajné odchýlky priemeru podskupín. Týmto spôsobom je v regulačných medziach zachytené 99,73 pásma, v ktorom sa pohybuje normálna variabilita spôsobená náhodnými príčinami. Ak sú regulačné medze prekročené, je nutné uskutočniť kontrolu všetkých jednotiek vyprodukovaných od minulej kontroly, nájsť príčinu tohto vybočenia, odstrániť pôsobenie vymedziteľnej príčiny a uskutočniť opatrenie zamedzujúce do budúcnosti pôsobenie tejto príčiny. SPC je vhodná pre výrobné procesy, ktoré majú hromadný alebo sériový charakter a pre také výrobné procesy, ktoré sú významné pre zákazníka.

### 3. Charakteristika podniku

V tejto kapitole predstavím podnik, ktorý som si vybrala pre diplomovú prácu a výrobky, ktorých kvalita bude posudzovaná.

#### 3.1 Izomont s.r.o.

Pre moju diplomovú prácu som si vybrala podnik, ktorý vykonáva svoju činnosť pod obchodným názvom **Izomont s.r.o.**

Ide o stavebnú, obchodnú a výrobnú spoločnosť s právnou formou, spoločnosť s ručeným obmedzeným. Logo spoločnosti je uvedené v prílohe 1. Spoločnosť má 25 zamestnancov, a preto sa podľa triedenia EÚ podľa počtu zamestnancov, radí k malým podnikom. Spoločnosť sídli v Žiline, v Slovenskej republike.

Izomont s.r.o. pôsobí na trhu už 19 rokov, čo vypovedá o jej dlhodobej tradícii, skúsenostiach a stabilite. Okruh podnikateľských činností spoločnosti je pomerne široký a spoločnosť sa snaží vyhovieť všetkým požiadavkám zákazníkov, v rámci svojich možností. Podnik sa zaoberá jednak výrobou odkvapového systému, ako aj výrobou atypických klampiarskych výrobkov podľa špecifických požiadavkou zákazníka. Zaoberá sa tiež maloobchodným a veľkoobchodným predajom klampiarskych výrobkov a železiarskeho tovaru. Ďalšie činnosti v oblasti služieb predstavujú klampiarske práce, brúsenie drevoobrábacích nástrojov (pílových kotúčov, reťazí do motorových píl), zámočnicke práce, maľby, nátery oceľových konštrukcií a budov, tepelné izolácie technologických rozvodov. Podľa činností sa podnik zaraďuje do odvetvia stavebníctva (izolácie, izolačné materiály a potreby), hutníctva a strojárstva (kováčstvo a výrobky). Organizačná štruktúra firmy je priložená v prílohe 2.

Spoločnosť Izomont s.r.o. bola založená v roku 1991 ako rodinná firma dvoma spoločníkmi. Predmetom podnikania boli predovšetkým tepelné izolácie a nátery budov a konštrukcií. Vlastníci podniku boli zároveň jediní zamestnanci spoločnosti.

Neskôr, v roku 1992, bola činnosť podniku rozšírená o klampiarske práce. Spoločnosť bola presťahovaná do vlastných priestorov a zamestnala aj ďalších zamestnancov. V roku 1998 spoločnosť Izomont s. r. o. otvorila vlastnú podnikovú predajňu a železiarstvo. Pre spoločnosť bol významný rok 2000, kedy rozšírila svoju činnosť o brúsenie drevoobrábacích nástrojov a bola otvorená ďalšia pobočka predajne v neďalekom meste Rajec (22 km od Žiliny). Vlastnícka štruktúra ostáva od založenia spoločnosti nezmenená.

### 3.2 Predmet posudzovania kvality - odkvapový systém

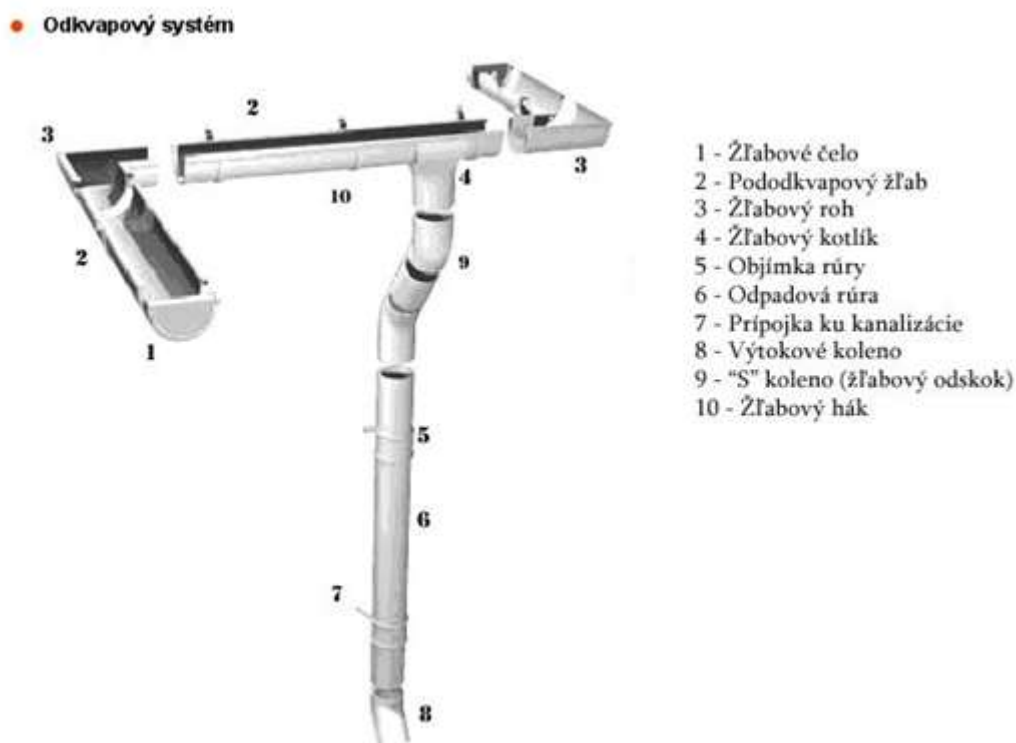
Jednou z portfólia podnikateľských činností spoločnosti Izomont s.r.o. je výroba odkvapového systému. Práve posudzovanie kvality týchto výrobkov a proces ich výroby bude predmetom analýz v mojej diplomovej práci. Pre analýzy, ktoré budú v diplomovej práci uskutočnené a pre naplnenie cieľov, ktoré boli v práci vytýčené, je nutné podrobne popísať odkvapový systém, jeho súčasti, materiály a procesy výroby.

#### Odkvapový systém

K dokonalej funkčnosti každej strechy patrí nepochybne odkvapový systém. Funkciou odkvapového systému je účinne zberať a odvádzať dažďovú vodu zo strechy do kanalizácie.

Strešný odkvapový systém sa skladá z nasledovných súčastí: pododkvapový žľab, odpadová rúra, žľabový kotlík, výtokové koleno, „S“ koleno (žľabový odskok), žľabový roh, žľabové háky, žľabové čelo, objímka rúry a prípojka ku kanalizácii. Tieto súčasti odkvapového systému znázorňuje obr. 3.1.

Obr. 3. 1 Časti odkvapového systému



Zdroj: Vlastné prepracovanie [21]

V žľabe sa zhromažďuje stekajúca dažďová voda zo strechy a vďaka správne mu vyspádovaniu sa vlieva cez žľabový kotlík do odtokovej odpadovej rúry až do kanalizácie. Žľaby sú pripevnené k streche žľabovými hákmi. Žľaby sa umiestňujú a pripevňujú do žľabových hákov plechovými príponkami. Objímky sú časti odkvapového systému, ktoré sa

pripevňujú do steny zaskrutkovaním a držia odpadovú rúru v potrebnej výške a vzdialenosti od steny. Odpadové rúry sú vyrábané s väčším a menším priemerom konca, na zásuvné spoje dvoch kusov s presahom. Hladké ohyby pododkvapových žľabov a odpadových rúr, vytvorené čistou klampiarskou prácou znižujú zachytávanie nečistôt a ich výhodou je i to, že sa ľahko čistia.

Výrobky odkvapového systému, vyrábané spol. Izomont s. r. o. sú určené pre každý typ budovy, či už rodinných domov, chát, alebo priemyselných stavieb. Sú vyrábané v zhode s norami STN 73 3610 [8] a STN EN 612:2005 [9]. Jednotlivé diely odkvapového systému spoločnosť predáva samostatne. Montáž týchto výrobkov na strechu je poskytovaná ako samostatná služba. Podnik dodáva tieto výrobky do svojich podnikových predajní (Žilina, Rajec), ale aj veľkoobchodným odberateľom napr. Kinekus Ružomberok, KJG s.r.o.

## **Materiál**

V súčasnej dobe sa na trhu vyskytuje veľké množstvo druhov materiálov rôznej hrúbky. Počnúc klasickými plechovými, cez rôzne zliatiny kovov, plastové, hliníkové odkvapy, či kombinácia kovu a plastu. Všetky hotové diely a atypické výrobky by mali byť vyrobené z rovnakého materiálu s príslušnou povrchovou úpravou. Izomont s. r. o. vyrába tieto výrobky zo štyroch druhov plechu, a to z pozinkovaného plechu, lakoplastu, medi a titanizinku.

Pozinkovaný plech patrí k cenovo najdostupnejším materiálom a žľaby z tohto materiálu sú aj najpoužívanejším strešným žľabom. Tento typ plechu [16] je možné upraviť ochranou vrstvou farby, ktorá chráni plech pred poveternostnými podmienkami. Táto vrstva sa musí postupom času obnovovať.

Lakoplastovaný plech [16] je pozinkovaný plech, ktorý je špeciálne upravený poplastovaním a vyrába sa v rôznych farebných odtieňoch. Materiál už nevyžaduje žiadnu povrchovú úpravu.

Meď má [16] vysokú tepelnú vodivosť, tvárnosť za tepla aj studena a dobrú odolnosť proti korózií. Je to materiál s dlhou životnosťou. Pre najnáročnejšie projekty sa dodáva materiál oxidovaný alebo patinovaný.

Titanzinok [16] je moderný materiál príjemného vzhľadu s dlhou životnosťou. Taktiež ako meď je dodávaný, buď prírodný, alebo v dvoch stupňoch predzvetrania. (predzvetranie – druh povrchovej úpravy, patina) .

Pomocným materiálom používaným pri výrobe je spájkovací cín a nity.



Hrúbka materiálu, z ktorého sú tieto výrobky vyrobené, vychádza z normatívnych predpisov STN EN 612: 2005[9] a STN 733610[8]. Podnik vyrába tieto výrobky najčastejšie z plechu o hrúbke 0,60 mm. Strešné žľaby sa vyrábajú v rozvinutej šírke 330mm a 250mm. Odpadová rúra sa vyrába veľkosti priemeru 120mm a 100mm. Doplnkové súčasti odkvapového systému sú prispôsobené týmto rozmerom. Podľa požiadaviek zákazníka je podnik schopný vyrobiť jednotlivé časti odkvapového systému z plechu hrúbky od 0,55 mm do 0,8 mm.

### **Postup výroby prvkov odkvapového systému**

Technologický postup výroby prvkov odkvapového systému je definovaný v internej smernici spoločnosti v súlade s technickými normami. Technologický postup začína objednaním vstupných materiálov potrebných na výrobu. Na objednávke sa uvedie druh materiálu, technické dodacie predpisy, rozmery a termín dodávky. Dodávateľom hlavného materiálu (plech pozinkovaný a titánzinok) pre výrobky je U.S. Steel Košice, druhým dodávateľom (lakoplastovaný plech) je Raven a. s. Dodávateľom pomocných materiálov je veľkoobchod Phobos a. s.

Medzi strojné zariadenie používané k výrobe klampiarskych prvkov patria: elektrické tabuľové nožnice, signovačka, rolovačka, ohýbačka, drážkovačka, drápkovačka, vŕtačka. Počas výroby sa uskutočňuje priebežná kontrola, ktorú vykonáva majster klampiarskej dielne. Prvý kontrolný bod je po nastrihaní materiálu na príslušnú rozmerovú radu. Ak sú splnené kritéria, výrobok je uvoľnený na ďalšie spracovanie. Všetci pracovníci zúčastnení na výrobe poznajú obsluhu výrobných zariadení, strojov a sú spôsobilí identifikovať, či môže byť výrobok po kontrole a skúškach uvoľnený na ďalšie spracovanie, či je vrátený na opravu, alebo určený na vyradenie z ďalšieho procesu výroby. Ďalší kontrolný bod je po zhotovení kompletného výrobku, kde sú prekontrolované všetky rozmerové parametre tak, aby boli v zhode s požiadavkami STN 73 3610 [8] a STN EN 612:2005 [9]. Tolerancia je prípustná pre rozvinutú šírku, výšku, dĺžku výrobku, priemer a priamosť návalku. Tolerancie sú uvedené v STN EN 612:2005 [9]. Ďalší kontrolný bod je pri skúškach žľabových kusov, ktoré sú nasadené do žľabových hákov bez rozmerovej tolerancie. Rozmery sa merajú na vonkajšej strane skúšaného žľabového kusa v strede medzi žľabovými hákmi. Klampiarské výrobky sú uskladňované v suchých skladovacích priestoroch.

Dodávajú sa bez obalu a odberateľ je oboznámený s požiadavkami na nakládku a prepravu tak, aby nedošlo k zmene alebo znehodnoteniu jeho vlastností. Všetky dielce odkvapového systému sú vyrobené tak, že sa dajú spájať s príslušnými výrobkami.

Expedovaný výrobok je opatrený označením výrobcu názvom výrobku, slovenskou značkou zhody podľa zák. č. 264/99 o technických požiadavkách na výrobky. Odberateľ obdrží vyhlásenie zhody spracované podľa STN EN 450 14.

## **Výroba**

Na výrobe výrobkov odkvapového systému sa podieľajú vyučení klampiari. V podniku tieto výrobky vyrábajú traja klampiari a dohliada na nich majster klampiarskej dielne.

## **Kvalita výrobkov**

Kvalita výrobkov spočíva v odbornosti zamestnancov, ktorý tieto výrobky vyrábajú. Pri výrobe výrobkov sa kladie dôraz na použité materiály, dodržanie rozmerových parametrov, ohybov, drážok, návalkov a spájkovania tak, aby kvalita výrobku bola v zhode s STN 73 3610 a STN EN 612:2005. Spoločnosť ma pridelené od MVRR SR Vyhlásenie výrobcu o preukázaní zhody, ktorý je priložený v prílohe 3. Tie výrobky, ktoré sú v zhode s technickou normou a prejdú výstupnou kontrolou sú označené štítkom o zhode - C<sub>SK</sub>. Vyhlasovaním výrobcu o preukazovaní zhody vyžaduje zabezpečenie vlastnej preukaznej skúšky a uplatňovanie vnútropodnikovej kontroly. Po celý čas výroby je dodržiavaný účinný systém kontroly ukončený správou o výsledku vykonaných kontrol. Kontrola kvality sa uskutočňuje v priebehu výroby a výstupnou kontrolou pri preberaní do skladu. Kontrola v priebehu výroby je uskutočňovaná klampiarom pracujúcim na danom výrobku. V prípade, že pracovník nie je schopný rozhodnúť o chybe, obráti sa na majstra klampiarskej dielne. Výstupná kontrola je uskutočňovaná majstrom klampiarskej dielne. Chyby a nezhody zistené pri výrobe sú zaznamenávané majstrom, vedúcim dielne, do vnútropodnikovej evidencie. Zaznamenáva sa početnosť jednotlivých chýb u jednotlivých výrobkov. Avšak podnik s takto získanými dátami ďalej aktívne nepracuje. Hlavným dôvodom sú časová a finančná náročnosť práce so získanými dátami.

Postup pre kontrolu kvality, sledovanie a zaznamenávanie chýb a osoby zodpovedné za kvalitu výrobkov, má spoločnosť uvedený v internej smernici pre kontrolu kvality. V prílohách 4 až 13, sú uvedené nákresy pre jednotlivé časti odkvapového systému, rozmery jednotlivých častí, chyby vznikajúce pri výrobe, činnosti pri ktorých vznikajú a možnosť opravy týchto chýb. Spoločnosť zatiaľ nevlastní certifikát ISO 9001, ale v budúcnosti sa chce o tento certifikát usilovať.

#### 4. Analýza problémov s kvalitou vybraného výrobku

Spoločnosť eviduje na výrobkoch OS reklamácie. Nefunkčnosť odkvapového systému môže byť spôsobená rôznymi faktormi. Napr. na seba nepasujúce časti systému môžu vyvolať to, že výrobok bude nedostatočne zaletovaný, čo má za príčinu netesnosť a pretekavosť výrobku. Z celého sortimentu odkvapového systému je dôležité vybrať časti najviac náchylné na výskyt chýb a tie potom podrobnejšie analyzovať.

Ciele hodnotenia kvality v mojej práci sú:

- definovanie najproblémovnejších častí odkvapového systému,
- zistenie najdôležitejších chýb vyskytujúcich sa na týchto výrobkoch,
- analýza príčin vzniku týchto chýb,
- návrh nápravných opatrení na zamedzenie výskytu chýb na výrobkoch.

Spoločnosť sériovo vyrába dve rozmerové rady (250 a 330) odkvapového systému oblého tvaru a na objednávku je podnik schopný vyrobiť aj iné rozmerové rady a odkvapový systém hranatého tvaru.

Kvalita bude posudzovaná na výrobkoch odkvapového systému (ďalej OS) rozmerovej rady 250 z pozinkovaného plechu. Hlavným dôvodom je predovšetkým to, že tento druh odkvapového systému je jeden z najrozšírenejších a najviac predávaný. Keďže je postup výroby u oboch rád rovnaký, je pravdepodobné, že aj chyby vznikajúce na výrobkoch budú podobné.

Analýza bude uskutočnená z údajov z roku 2010. Množstvo ks posudzovanej rady výrobkov OS vyrobených za sledované obdobie je uvedené v tab. 4. 1.

**Tab. 4. 1 Produkcia častí OS rozmerovej rady 250 za rok 2010**

Výrobok	Množstvo ks
Pododkvap. žľab	600
Odpadová rúra	400
Žľabový kotlík	260
Výtokové koleno	200
„S“ koleno	200
Žľabový roh	230
Žľabový hák	600
Žľabové čelo	150
Objímka rúry	315
Prípojka ku kanalizácií	180

Zdroj: Skladové karty spoločnosti Izomont s. r. o.

Analýza bude uskutočnená pomocou vybraných nástrojov zo siedmich tradičných nástrojov pre riadenie kvality. Ide o:

- tabuľky a formuláre,
- Paretovú analýzu,
- vývojový diagram,
- Ishikawa diagram.

Hlavným dôvodom, pre ktorý som si vybrala tieto nástroje, je nedostatok potrebných dát pre uskutočnenie analýz regulačným diagramom, histogramom a bodovým diagramom.

Postup analýz som si zvolila nasledovný. Na základe Paretovej analýzy určím najproblematickejšie prvky odkvapového systému. Spoločnosť na základe skúseností pri výrobe a evidencií chýb, považuje za najchybnejší a najproblémovnejší zo všetkých prvkov OS žľabový kotlík. To sa pokúsím tiež potvrdiť touto analýzou.

Pre stanovenie dôležitých menšín, využijem v Paretovej analýze tri kritéria, a to 80:20, 50:50 a kritérium priemerného počtu chýb. Podľa týchto kritérií stanovím tie výrobky, ktorých zlepšovanie kvality by malo byť v podniku prioritné. Za dôležité výrobky budem považovať tie, ktoré sa budú vo zvolených kritériách zhodovať. Na tieto výrobky sa potom zameriam v ďalších analýzach.

Graficky, prostredníctvom vývojového diagramu, znázorním proces výroby vybraných výrobkov. Chyby, ktorých znížením by sa mal podnik zaoberať pri jednotlivých výrobkoch OS, opäť vymedzím Paretovou analýzou.

Potom, pre hľadanie príčin vymedzených chýb, využijem Ishikawa diagram. Tento diagram budem vytvárať a vyhodnocovať v tíme, ktorý vytvorím so zamestnancami v podniku.

Následne uskutočním vyhodnotenie jednotlivých analýz a porovnáam výsledky podľa jednotlivých nástrojov. Na základe výsledkov vyvodím závery z jednotlivých uskutočnených analýz, navrhнем opatrenia pre zvýšenie kvality výrobkov a zníženie výskytu chýb vo vybranom výrobku. Tieto návrhy budú uvedené v kapitole 5.

#### **4.1 Podklady pre analýzu**

Pre účely analýz bolo nutné získať potrebné údaje o chybách. Podnik eviduje chyby vzniknuté na výrobkoch vo vnútro podnikovej evidencii chýb na výrobku. Vzor formulára, do ktorého sa v podniku zaznamenávajú chyby vzniknuté pri výrobe, je uvedený v tab. 4.2. Chyby, ktoré môžu vzniknúť pri výrobe výrobkov OS sú identifikované vo vnútro podnikovej smernici. V prílohách 4 až 13 som podľa internej smernice o kontrole kvality uviedla rozmery jednotlivých výrobkov OS, technický náčrt výrobkov a chyby, ktoré môžu vzniknúť pri výrobe. Ďalej činnosti, pri ktorých môžu vymedzené chyby vzniknúť, spôsob zistenia chýb

a možnosť opravy chýb. Ak nie je použitý materiál chybných výrobkov, či polotovarov s chybou neopraviteľného charakteru poškodený (napr. ohýbaním, rolovaním), je pri výrobe výrobkov opätovne použitý. Napr. z tohto plechu sa strihajú polotovary, tzv. príponky, ktoré sa ďalej používajú pri výrobe žľabových hákov. Interná smernica o kontrole kvality výrobkov vytvorená spoločnosťou vychádza z technických noriem STN 73 3610 [8] a STN EN 612:2005 [9].

**Tab. 4. 2 Vzor formulára pre evidenciu chýb na výrobku**

Evidencia o chybách na výrobku		Por. číslo:
Výrobok		
Kód výrobku		
Dávka		
Kontrolu vykonal		
Kontrolné miesto		
Dátum		
Chyba	Počet chýb	celkom

Zdroj: Vnútro podniková smernica o kontrole kvality spoločnosti Izomont s. r. o.

Počet chýb zistených u jednotlivých prvkov, zaznamenávaný do evidencie o chybách na výrobku, sa na konci určitého obdobia prevedie do súhrnného formulára. Súhrnný formulár evidencií chýb za rok 2010 je uvedený v prílohe 14.

#### **4.2 Paretova analýza chýb OS rozmerovej rady 250**

Prostredníctvom tejto analýzy zistím, ktoré časti OS rozmerovej rady 250 sú najviac problémové a na tie sa zameriam v ďalších analýzach. Analýza sa uskutoční z dát poskytnutých spoločnosťou Izomont s. r. o. za rok 2010. Chyby, ktoré sa za toto obdobie vyskytli na výrobkoch OS sledovaného typu, uvádzam v prílohe 14. Paretovu analýzu chýb OS rady 250 uskutočním dvoma spôsobmi:

- podľa počtu chýb, ktoré sa vyskytli na ročnej produkcii,
- podľa podielu chýb, ktoré sa vyskytli na objeme výroby jednotlivých prvkov OS.

#### **Paretova analýza podľa počtu chýb, ktoré sa vyskytli na produkcii OS 250 za rok 2010**

Počet chýb jednotlivých prvkov OS som uviedla do tab. v prílohe 15 a ku každému prvku som priradila kód (písmeno), pod ktorým budú tieto výrobky uvedené v Paretovom diagrame. Početnosti chýb na jednotlivých prvkoch som zoradila zostupne. Následne som vypočítala kumulatívny počet chýb a kumulatívny počet chýb v %. Tieto výpočty majú čisto pomocný charakter a výsledky výpočtov uvádzam v tab. 4. 3.

Z vypočítaných údajov som zostrojila Pareto diagram chýb na výrobkoch OS za rok 2010 a je uvedený ako graf 4. 1. Potom som v Pareto diagrame farebne zaznačila tri zvolené kritéria pre výber životne dôležitej menšiny chybných výrobkov. Tie chybné výrobky, v ktorých sa všetky kritéria zhodujú, je nutné ďalej analyzovať. Podľa prvého kritéria 80:20 sú životne dôležité menšiny výrobky:

- žľabový kotlík,
- „S“ koleno,
- pododkvapový žľab,
- žľabový roh,
- prípojka ku kanalizácii,
- žľabový hák.

Chyby vznikajúce pri výrobe týchto výrobkov sa podieľajú na celkovom výskyte chýb 82,47%.

Podľa kritéria 50:50 sú životne dôležitou menšinou výrobky:

- žľabový kotlík,
- „S“ koleno,
- výtokové koleno.

Chyby vznikajúce na uvedených výrobkoch sa podieľajú na celkovom výskyte chýb 49,48%.

**Tab. 4. 3 Výpočty pre Pareto diagram**

Názov výrobku	Kód výrobku	Počet chýb	Kumulovaný počet chýb	Kumulovaný počet chýb v %
Žľabový kotlík	C	27	27	27,84%
"S" koleno	E	11	38	39,18%
Výtokové koleno	D	10	48	49,48%
Pododkv. žľab	A	9	57	58,76%
Žľabový roh	F	8	65	67,01%
Prípojka ku kanalizácii	J	8	73	75,26%
Žľabový hák	G	7	80	82,47%
Objímka rúry	I	6	86	88,66%
Odpadová rúra	B	6	92	94,85%
Žľabové čelo	H	5	97	100,00%

Zdroj: Vlastné spracovanie

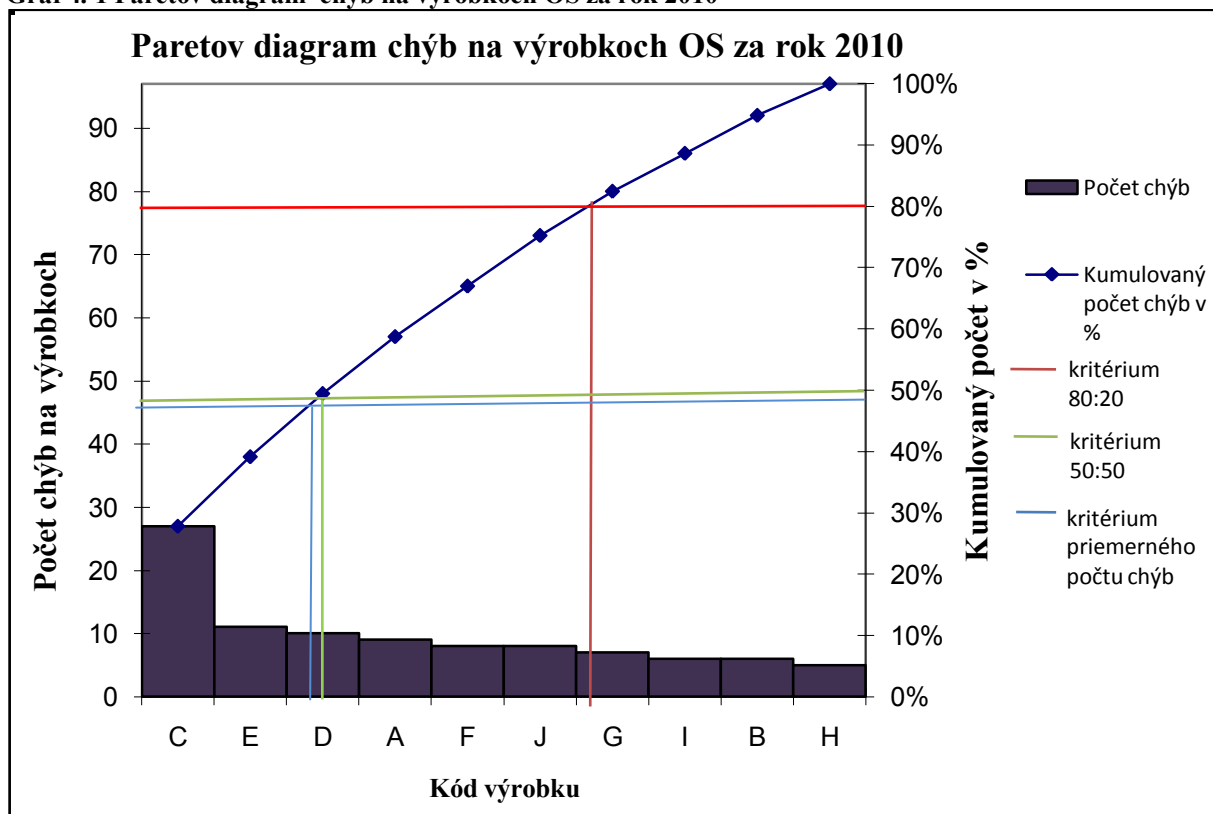
Ako posledné kritérium som si zvolila kritérium priemerného počtu chýb na jeden druh výrobkov OS. Priemerný počet chýb je vypočítaný ako súčet chýb vydelený počtom výrobkov, t. j. 9,7 chýb.

Tomuto kritériu podliehajú výrobky:

- žľabový kotlík,
- „S“ koleno,
- výtokové koleno.

Chyby na týchto výrobkoch sa podieľajú na celkovom výskyte chýb 49,48%.

Graf 4. 1 Pareto diagram chýb na výrobkoch OS za rok 2010



Zdroj: Vlastné spracovanie

Všetky kritéria sa teda zhodujú v troch výrobkoch OS. Ide o:

- **žľabový kotlík,**
- **„S“ koleno,**
- **výtokové koleno.**

Chyby uvedených troch výrobkov OS predstavujú 49, 48% chýb zo všetkých chýb vzniknutých na ostatných výrobkoch OS. To predstavuje takmer polovicu zo všetkých chybných výrobkov. V tab. 4.3 si je možné všimnúť, že oproti ostatným výrobkom je výrazný skok v počte chýb pri výrobku žľabový kotlík. Pri výrobku „S“ koleno a výtokové koleno tento rozdiel nie je taký výrazný. Zo všetkých uvedených výrobkov bolo najviac chýb na žľabovom kotlíku a najmenej na žľabovom čele.

### Paretova analýza podľa podielu chýb na počet vyrobených ks OS 250 za rok 2010

Podľa tejto analýzy som vzala do úvahy aj počet výrobkov vyrobených za dané obdobie. Hlavným dôvodom je, že množstvo ks výrobkov OS vyrobených za sledované obdobie je rôzne, tým bude aj frekvencia výskytu chýb rôzna. Pre jednotlivé časti OS som vypočítala podiel chýb, akým sa vyskytujú na jeden kus každého prvku OS. Podiel som vypočítala tak, že počet chýb jednotlivých prvkov OS som vydela množstvom vyrobených ks za sledované obdobie. Ku každému prvku OS som priradila kód (písmeno), pod ktorým budú tieto výrobky uvedené v Paretovom diagrame. Výsledky výpočtov podielu chýb a priradenie kódov k výrobkom som uviedla v prílohe 16. Následne som podiely chýb na jednotlivých prvkoch zoradila zostupne.

Tab. 4. 4 Výpočty pre Paretov diagram OS za rok 2010

Výrobok	Kód výrobku	Množstvo v ks	Počet chýb	Podiel chýb	Kumul. podiel chýb	Kumul. podiel chýb v %
Žľabový kotlík	C	260	27	0,104	0,10	27,18%
„S“ koleno	E	200	11	0,055	0,16	41,57%
Výtokové koleno	D	200	10	0,050	0,21	54,65%
Prípojka ku kanalizácii	J	180	8	0,044	0,25	66,29%
Žľabový roh	F	230	8	0,035	0,29	75,39%
Žľabové čelo	H	150	5	0,033	0,32	84,11%
Objímka rúry	I	315	6	0,019	0,34	89,10%
Pododkvap. žľab	A	600	9	0,015	0,36	93,02%
Odpadová rúra	B	400	6	0,015	0,37	96,95%
Žľabový hák	G	600	7	0,012	0,38	100,00%

Zdroj: Vlastné spracovanie

Potom som vypočítala kumulatívny podiel chýb a kumulatívny podiel chýb v %. Tieto dva výpočty predstavujú pomocné výpočty potrebné pre zostrojenie Paretovho diagramu. Výsledky týchto výpočtov uvádzam v tab. 4. 4. Z vypočítaných údajov som zostrojila Paretov diagram výrobkov OS za rok 2010 a je uvedený ako graf 4. 2. Následne som v Paretovom diagrame farebne vyznačila tri zvolené kritéria pre výber životne dôležitej menšiny chybných výrobkov. Tie výrobky, v ktorých sa všetky kritéria zhodujú, je nutné ďalej analyzovať. Podľa prvého kritéria 80:20 sú životne dôležité menšiny výrobky:

- žľabový kotlík,
- „S“ koleno,



- výtokové koleno,
- prípojka ku kanalizácii,
- žľabový roh,
- žľabové čelo.

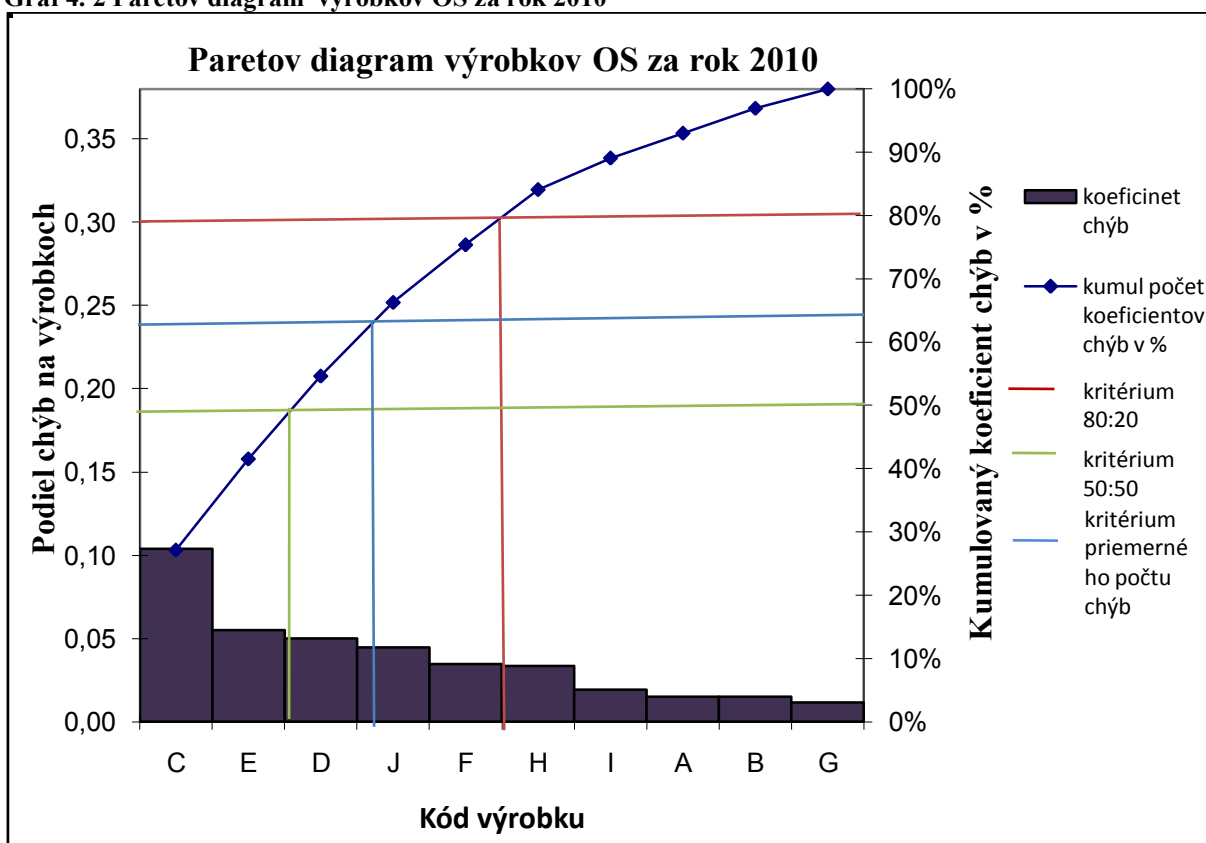
Chyby vznikajúce pri výrobe týchto výrobkov sa podieľajú na celkovom výskyte chýb 84,11%.

Podľa druhého kritéria 50:50 sú životne dôležité menšiny výrobky:

- žľabový kotlík,
- „S“ koleno,
- výtokové koleno.

Chyby vznikajúce na uvedených výrobkoch sa podieľajú na celkovom výskyte chýb 54,65%.

Graf 4. 2 Pareto diagram výrobkov OS za rok 2010



Zdroj: Vlastné spracovanie

Ako posledné kritérium som si zvolila kritérium priemerného podielu chýb. Priemerný podiel chýb je 0,038. Tomuto kritériu podlieha dôležitá menšina výrobkov:

- žľabový kotlík,
- „S“ koleno,

- výtokové koleno,
- prípojka ku kanalizácii.

Chyby na týchto výrobkoch sa podieľajú na celkovom výskyte chýb 66,29%.

Všetky uvedené kritéria sa teda zhodujú vo výrobkoch:

- **žľabový kotlík,**
- **„S“ koleno,**
- **výtokové koleno.**

Chyby týchto výrobkov OS predstavujú 54,65% chýb zo všetkých chýb na ostatných výrobkoch.

### **Porovnanie oboch spôsobov Paretovej analýzy**

Poradie výrobkov OS pri oboch Paretových analýzach bolo na prvých troch miestach, piatom a deviatom mieste rovnaké. Avšak poradie ostatných výrobkov sa medzi týmito Paretovými analýzami líšilo. Zo všetkých uvedených výrobkov bolo najviac chýb na žľabovom kotlíku a najmenej chýb na žľabovom čele. Ale podľa podielu chýb na celkovej produkcii jednotlivých výrobkov, bol najmenej chybným výrobkom žľabový hák a najviac žľabový kotlík.

Podľa prvého aj druhého spôsobu vymedzenia životne dôležitých menšín boli najdôležitejšími menšinami rovnaké typy výrobkov. Sú to:

- **žľabový kotlík,**
- **„S“ koleno,**
- **výtokové koleno.**

Rozdiely bol aj v % podiely dôležitých menšín na celkovom výskyte chýb. Podľa prvého spôsobu je podiel 49,48% a podľa druhého 54,65%. Podľa druhého spôsobu je podiel týchto chýb o čosi významnejší. Tento rozdiel predstavuje zhruba 5%.

Z uskutočnených analýz teda vyplýva, že v ďalších analýzach sa zameriam práve na tieto uvedené výrobky OS. Predpoklad podniku, že najproblémovjším výrobkom je žľabový kotlík, bol správny.

Jedna z hlavných príčin problémov u životne dôležitej menšiny výrobkov pravdepodobne spočíva v tom, že tieto výrobky sa skladajú z ďalších častí, ktoré sú navzájom spájané letovaním alebo pevným napasovaním („S“ koleno). Výrobky musia byť pomerne presne predvyrobené, aby pri spájaní spoje neboli priepustné. Oproti ostatným častiam OS ide o technologicky náročnejšie výrobky.

Po vymedzení najproblémovnejších prvkov OS, nasleduje podrobná analýza týchto prvkov. Tieto prvky budú jednotlivo analyzované v takom poradí, v akom boli zoradené Paretovou analýzou. Ďalšie analýzy jednotlivých častí budú uskutočnené nasledovne. Vývojovým diagramom zachytím proces výroby výrobku. Následne Paretovou analýzou zistím najdôležitejšie chyby, Ishikawa diagramom príčiny vzniku týchto chýb a určím tri najvýznamnejšie príčiny pomocou priradenia váh.

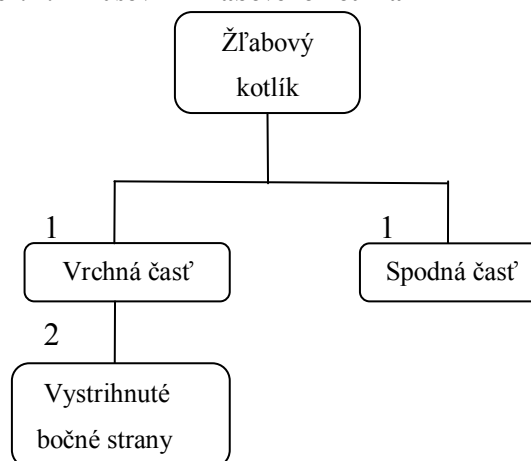
### 4.3 Analýza chýb žľabového kotlíka

#### 4.3.1 Vývojový diagram žľabového kotlíka

Aby bolo možné nájsť hlavnú príčinu týchto chýb a navrhnúť riešenie problému je nutné poznať činnosti a procesy výroby výrobku. Obrázok žľabového kotlíka je uvedený v prílohe 22. Žľabový kotlík sa skladá z dvoch častí. Z vrchnej a spodnej časti, ako to znázorňuje obr. 4. 1 kusovník žľabového kotlíka. Vrchná časť vzniká spojením dvoch bočných strán. Spodná časť je zložená z jedného súvislého pásu plechu. V nasledujúcom texte popíšem postup výroby výrobku na základe, ktorého som vytvorila vývojový diagram.

Pri výrobe žľabového kotlíka sa využívajú elektrické tabuľové nožnice, signovačka, rolovačka, ohýbačka, šablóny jednotlivých častí výrobku, kladivo, meradlá. Prvým krokom je výber hlavného materiálu zo skladu. Ide o plech tabuľový, pozinkovaný, hrúbka 0,60 mm, 1000x2000 mm. Stav materiálu je priebežne kontrolovaný. Zo skladu sa materiál preniesie do dielne a nastrihá sa na polotovar o rozmere 250x2000 mm. Na takto predpripravené plechové pásy sa obkresľuje šablóna hornej a dolnej časti kotlíka s prihliadnutím, čo najmenšieho odpadu.

Obr. 4. 1 Kusovník žľabového kotlíka



Zdroj: Vlastné spracovanie

Vrchná časť kotlíka sa skladá z dvoch dielov. Vzhľadom k tomu, že výrobok má strižné strany zaobleného tvaru, na vystrihovanie podľa šablóny sa používajú ručné elektrické nožnice. Vystrihnuté dielce vrchnej časti kotlíka sa zrolujú rolovačkou a dva takéto kusy sa

zdrážkujú dohromady, čím vznikne vrchná časť kotlíka. Na rad prichádza zhotovenie výtokovej, spodnej časti kotlíka. Vyrába sa z polotovaru o rozmere 330x2000 mm, z ktorého sa nastrihajú pásy široké 100mm. Tieto sa zrolujú rolovačkou a spoja drážkou. Takto vzniknutá spodná časť výrobku sa priletuje k vrchnej časti, čím vznikne hotový výrobok. Skontrolujú sa všetky rozmery, drážkovanie, spoje a spájkovania. Počas výroby sa dbá na neustálu kontrolu. V prípade, že počas výroby dôjde k chybe (zle odstrihnutý kus), ktorá nemá vplyv na kvalitu materiálu a materiál je znova použiteľný na iný druh výrobku, je vrátený na sklad. Používa sa, napr. na výrobu príponiek k žľabovým hákom.

Hotový výrobok sa zaznačí do evidencie výrobkov, je označený štítkom o zhode kvality podľa normy STN 73 3610. Výrobok sa zaeviduje a uskladní do skladu. Pre skladovanie klampiarskych výrobkov je vo firme spracovaná vnútropodniková smernica o skladovaní klampiarskych výrobkoch. Po objednaní zákazníkom sa výrobok vyexpeduje.

Na základe uvedeného postupu výroby žľabového kotlíka, spracovaného podľa internej smernice podniku, som vytvorila vývojový diagram, ktorý znázorňuje tento proces výroby graficky. Diagram som vytvorila pomocou všeobecne zaužívaných symbolov a je uvedený v prílohe 17.

#### **4.3.2 Paretova analýza chýb žľabového kotlíka**

V tejto časti som sa zamerala na určenie chýb, na ktoré by sa mal podnik pri zlepšovaní kvality na výrobku zamerať. Procesy, v ktorých zistené chyby vznikajú potom zaznačím do vývojového diagramu.

Analýza sa uskutočnila z dát zaznamenaných spoločnosťou Izomont s. r. o. za rok 2010 do evidencie o chybách na výrobkoch, ktorá je uvedená v prílohe 14. Ku chybám na žľabovom kotlíku som priradila označenie podľa toho, na ktorej časti výrobku sa chyba vyskytla. Označenie *vč* znamená vrchná časť, *sč* spodná časť a *oč* obidve časti. Tieto chyby som potom zoradila podľa počtu výskytu zostupne. Následne som vypočítala kumulatívny počet chýb a kumulatívny počet chýb v %. Tieto výpočty sú pomocnými výpočtami a sú potrebné pre zostrojenie Paretovho diagramu. Výsledky výpočtov uvádzam v tab. 4. 5. Z vypočítaných údajov som zostrojila Paretov diagram chýb na žľabovom kotlíku za rok 2010, znázornený v grafe 4.3. Opäť som využila tri zvolené kritéria pre určenie druhov chyby, na ktoré by sa mal podnik pri zlepšovaní kvality zamerať. Podľa prvého kritéria 80:20 sú životne dôležité menšiny chyby:

- málo preložený spoj *vč*,
- málo preložený spoj *sč*,

- nerovnomerné ohnutie vč,
- zastrihnutie mimo obrys vč,
- zle nanesený spájkovací cín oč,
- nesprávne vložený plech do rolovačky sč.

Tab. 4. 5 Výpočty pre Paretov diagram chýb na žľabovom kotlíku

Chyba na žľabovom kotlíku	Počet chýb	Kumulatívny počet chýb	Kumul. počet chýb v %
Málo preložený spoj vč	7	7	25,93%
Málo preložený spoj sč	4	11	40,74%
Nerovnomerné ohnutie vč	3	14	51,85%
Zastrihnutie mimo obrys vč	3	17	62,96%
Zle nanesený spájkovací cín oč	3	20	74,07%
Nesprávne vložený plech do rolovačky sč	2	22	81,48%
Posunutie šablóny vč	1	23	85,19%
Plytká ryha signu sč	1	24	88,89%
Krivé odstrihnutie sč	1	25	92,59%
Nedodržaný priemer sč	1	26	96,30%
Zle odmastené miesto spájkovania oč	1	27	100,00%

Zdroj: Vlastné spracovanie

Kritériu priemerného počtu chýb, ktorý je 2,5 chyby, podliehajú chyby:

- málo preložený spoj vč,
- málo preložený spoj sč,
- nerovnomerné ohnutie vč,
- zastrihnutie mimo obrys vč,
- zle nanesený spájkovací cín oč.

Tieto chyby sa podieľajú na celkovom výskyte chýb na výrobku 74,07%. Jednotlivé kritéria som opäť farebne zaznačila do Paretovho diagramu počtu chýb na žľabovom kotlíku, graf 4.3.

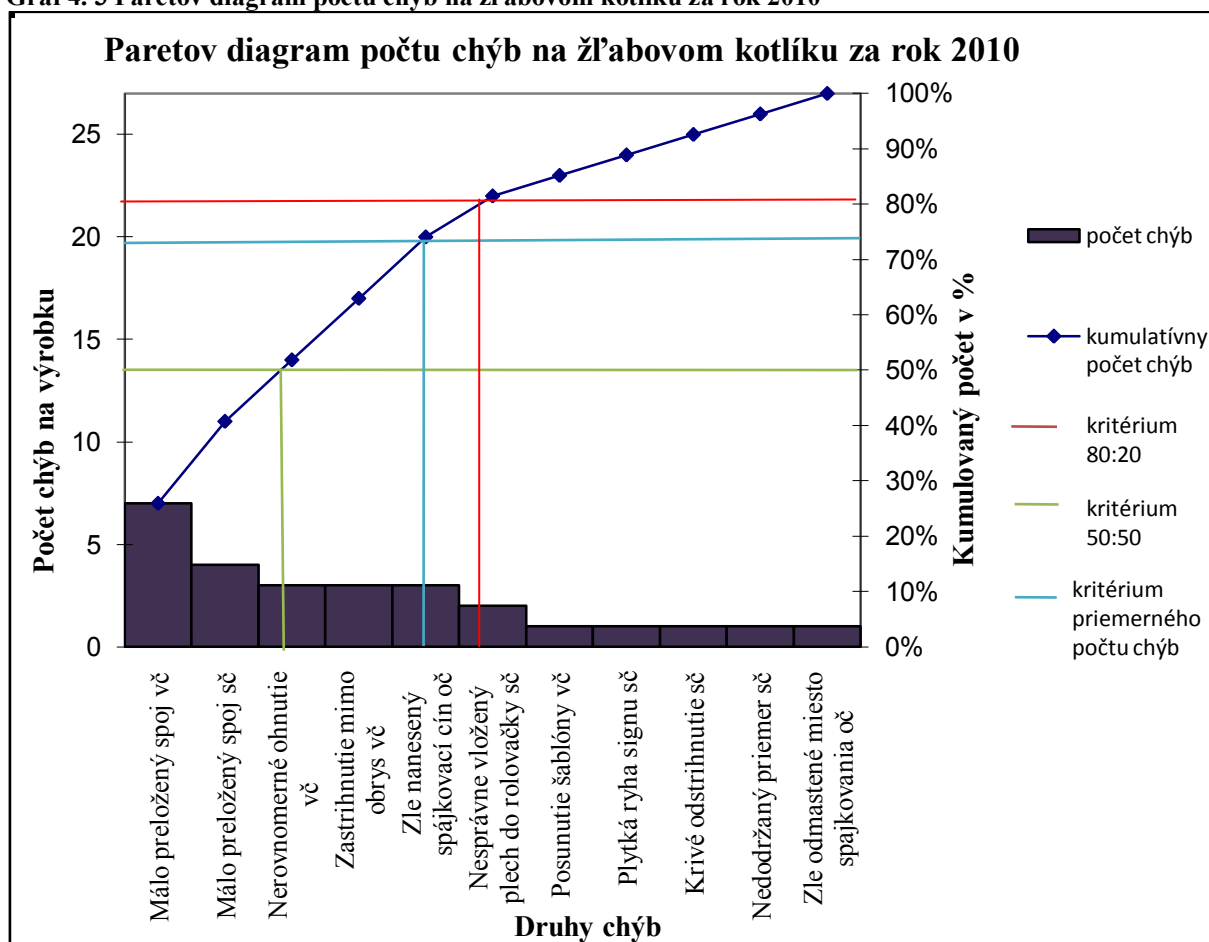
Všetky tri kritéria sa zhodujú v troch chybách:

- **málo preložený spoj vč,**
- **málo preložený spoj sč,**
- **nerovnomerné ohnutie.**

Uvedené chyby sa podieľajú na celkovom výskyte chýb na tomto výrobku 51,85%.

Ak chce podnik znížiť počet chýb a tým aj znížiť náklady pri výrobe žľabového kotlíka, mal by sa zamerať na hľadanie hlavných príčin a odstrániť príčiny vzniku predovšetkým týchto troch druhov chýb.

Graf 4. 3 Pareto diagram počtu chýb na žľabovom kotlíku za rok 2010



Zdroj: Vlastné spracovanie

Všetky tri druhy chýb sú odstrániteľné chyby. Avšak aj ich odstraňovaním sa podniku zvyšujú náklady a časová náročnosť pri výrobe výrobku tým, že sa klampiari musia vrátiť k predchádzajúcim operáciám miesto toho, aby vyrábali už ďalší výrobok.

Ak by sa výrobok s chybou málo preloženým spojom dostal do predaja, výrobok by sa rozpájal, spoj by netesnil a pretekal by. Tým pádom by výrobok nesplnil požiadavky zákazníka na výrobok. Je to veľmi vážny nedostatok kvality. Chyba nerovnomerné ohnutie je zistiteľná v podstate ihneď, pretože časti polotovaru s touto chybou by do seba nepasovali a nebolo by možné pokračovať vo výrobe.

Dôležité je ďalej identifikovať procesy, v ktorých tieto chyby vznikajú. Preto som sa vrátila k vývojovému diagramu žľabového kotlíka, vytvoreného v predchádzajúcej podkapitole. Vytvorila som výrez tej časti vývojového diagramu, v ktorej sa tieto procesy nachádzajú a je uvedený v prílohe č 25. Procesy, v ktorých vznikajú chyby málo preložený spoj a nerovnomerné ohnutie, sú označené vo výreze vývojového diagramu červenou farbou. Celý vývojový diagram procesu výroby žľabového kotlíka sa nachádza v prílohe 17. Ďalej

bude nutné pri zlepšovaní kvality hľadať príčinu vzniku týchto chýb a navrhnúť opatrenia na odstránenie tejto príčiny tak, aby chyba už opakovane nevznikala.

#### **4.3.3 Ishikawa diagram žľabového kotlíka**

Nasleduje analýza príčin vzniku chýb, ktorá vychádza z výsledkov predchádzajúcej analýzy. Pre určovanie jednotlivých príčin analyzovaných chýb pomocou tohto nástroja sme vytvorili s konzultantom v podniku a majstrom klampiarskej dielne tím. Tím bol vytvorený na základe môjho návrhu. Hlavným dôvodom, pre ktorý som tím vytvorila je to, že tento nástroj je založený na tímovej spolupráci.

Keďže v podniku doteraz nevyužívali tento nástroj pre hodnotenie kvality, bolo nutné členov tímu oboznámiť so základnou teóriou Ishikawa diagramu. V prvom rade som v podniku musela vysvetliť dôvody, pre ktoré sa tím zakladá. Oboznámila som oboch členov s týmto nástrojom a spôsobom, akým budeme pri jeho zostrojovaní a vyhodnocovaní postupovať. Uviedla som, čo bude výsledkom tohto diagramu. Prezentovala som svoje doterajšie výsledky uskutočnených analýz a začali sme sa zaoberať skúmaním príčin najdôležitejších chýb prostredníctvom tohto nástroja.

V tíme sme naraz vyhodnotili príčiny najdôležitejších chýb výrobkov, avšak popis vyhodnocovania uskutočniam pre každý výrobok samostatne.

Paretová analýza dôležitých chýb vznikajúcich pri výrobe žľabového kotlíka poukázala, že podnik by sa mal zamerať na riešenie chýb: málo preložený spoj vč, málo preložený spoj sč a nerovnomerné ohnutie. Všetky tri chyby sú v podstate obdobné a spôsobujú ich takmer totožné faktory vplyvu, preto sme sa ako tím rozhodli zhrnúť ich do jedného Ishikawa diagramu.

Chyby, ktorých príčinu vzniku sme skúmali, sú uvedené na hlavnej diagonále diagramu vpravo. K hlavnej diagonále potom vedú šípky hlavných kategórií príčin. Postupne sme pri jednotlivých hlavných kategóriách analyzovali všetky možné príčiny vzniku chyby. Identifikované príčiny sme zapísali pod hlavné kategórie príčin, v ľavej časti diagramu.

Ďalej bolo nutné stanoviť najdôležitejšie príčiny, ktoré spôsobujú vznik chýb. Preto sme k piatim hlavným kategóriám príčin ľudia, metódy, prostredie, materiál, zariadenie a ich podkategóriám príčin, priradili váhy významnosti. Váhy boli vytvorené ako päť bodová stupnica. Pritom číslo jedna predstavuje najmenší význam chyby a číslo päť najväčší význam chyby. Pri stanovovaní váh sme postupovali nasledovne: najprv sme určili tú hlavnú kategóriu príčin, ktorá ma najmenší význam a tejto príčine sme priradili hodnotu jedna. Potom sme vzájomným porovnávaním významnosti jednotlivých hlavných kategórií s kategóriou váhy 1

priradili váhy ďalším kategóriám príčin. Najmenej dôležité sa nám javilo prostredie, pretože ho považovali konzultant aj majster klampiarskej dielne za vyhovujúce. Kategórií prostredie sme teda priradili váhu 1. Materiálu a metódam sme priradili hodnotu 2. Hlavným dôvodom bolo, že materiál spoločnosť dlhodobo odoberá od rovnakého odberateľa a s jeho kvalitou je spokojný. Metódam sme tiež priradili hodnotu 2, pretože sme ho radili na rovnakú úroveň v porovnaní s materiálom. Hodnotu 3 sme nepriradili ani jednej kategórii. A to preto, že sme usúdili, že kategória ľudia je dva krát tak významná ako metódy. Predovšetkým od kategórie ľudia závisí kvalita výrobkov pomerne výrazne. Posledná kategória zariadenie je kategóriou najvýznamnejšou a priradili sme jej teda hodnotu váh 5.

**Tab. 4. 6 Vyhodnotenie priradených váh**

Hlavná príčina	Váha hl. príčiny	Podpríčina	Váha podpríčiny	Celková váha
Materiál	2	tvrdý plech	3	6
		mastný plech	2	4
Zariadenie	5	zle nastavená lišta na ohýbačke	3	15
		opotrebované koliesko drážkovačky	5	25
Ľudia	4	kvalifikácia	3	12
		prax	2	8
		skúsenosti	4	16
		únava	2	8
		motivácia	3	12
		údržba stroja	4	16
		klampiarsky majster	2	8
Metódy	2	údržbárske postupy pre stroje	5	10
		kontrolné postupy	3	6
		pracovné postupy pre ohýbanie	2	4
Prostredie	1	osvetlenie	3	3
		vlhkosť	2	2
		rukavice	1	1
		čistiace prostriedky	1	1

Zdroj: Vlastné spracovanie

Váhy podkategóriám sme priradzovali obdobným spôsobom. Podľa subjektívnej významnosti jednotlivých príčin sme určili najmenej významnú podkategóriu a následným zvažovaním významnosti ostatných podkategórií sme im priradili hodnotu váh. Váhy hlavných kategórií príčin som potom vynásobila s váhami podkategórií príčin a tým som zistila celkovú váhu hodnotenia.

Tímom vytvorený Ishikawa diagram s priradenými váhami je uvedený v prílohe 18. Vyhodnotenie priradených váh uvádzam v tab. 4. 6. Zvýraznené časti uvedené v tejto tabuľke,



predstavujú tie príčiny chýb, ktoré sme v tíme pokladali za najvýznamnejšie. Za dôležité príčiny chýb pokladám prvé tri príčiny s najväčším počtom váh.

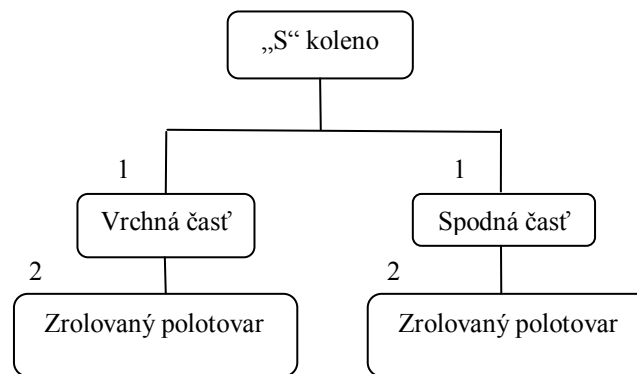
Na chybách sa najviac podieľa opotrebované koliesko drážkovačky, ktorého hodnota váh je 25. Ďalšie významné príčiny sú údržba stroja a skúsenosti s hodnotou váh 16. Významnou príčinou problému môže byť aj zle nastavená lišta na ohýbačke, hodnota váh 15.

#### 4.4 Analýza chýb „S“ kolena

##### 4.4.1 Vývojový diagram „S“ kolena

„S“ koleno alebo žľabový odskok bol podľa Paretovej analýzy chýb na OS druhým problémovým prvkom. Obrázok tohto výrobku je uvedený v prílohe 23. S“ koleno spája žľabový kotlík s odpadovou rúrou. Výrobok sa skladá z vrchnej a spodnej časti, ktoré sú zložené z dvoch dielcov zrolovaného plechu. Kusovník tohto výrobku uvádzam v obr. 4.2. Pri výrobe sa používajú stroje: elektrické tabuľové nožnice, rolovačka, ohýbačka, šablóny jednotlivých častí výrobku. K výrobe sa používa ten istý materiál ako pri výrobe žľabového kotlíka. Zo skladu sa materiál prenesie do klampiarskej dielne a nastrihá sa na polotovary o rozmere 250x2000 mm. Na takto predpripravené plechové pásy sa obkresľuje šablóna dvoch častí „S“ kolena.

Obr. 4.2 Kusovník „S“ kolena



Zdroj: Vlastné spracovanie

Vrchná aj spodná časť sa skladá z dvoch ďalších častí, ktoré sa navzájom spájajú. Vzhľadom k tomu, že „S“ koleno má strižné strany zaobleného tvaru, na vystrihovanie podľa šablóny sa používajú ručné elektrické nožnice. Vystrihnuté dielce „S“ kolena sa zrolujú rolovačkou a dva takéto kusy sa spájajú dohromady. Takto sa vyrobí aj spodná časť výrobku. Obe časti sa do seba napevno zasunú. Časti sú takto spojené bez ďalšieho spájovania alebo akéhokoľvek lepenia. Preto výroba polotovarov musí byť presná. Skontrolujú sa všetky rozmery, drážkovanie a spoje. Počas výroby sa dbá na neustálu kontrolu.

Hotový výrobok sa zaznačí do evidencie výrobkov, je označený štítkom o zhode kvality podľa normy STN 73 3610. Výrobok sa zaeviduje a uskladní do skladu. Pre skladovanie klampiarskych výrobkov je vo firme spracovaná vnútropodniková smernica o skladovaní klampiarskych výrobkoch. Po objednaní zákazníkom sa vyexpeduje. V prípade, že počas výroby dôjde k chybe, ktorá sa nedá odstrániť, výrobok je z výrobného procesu vyradený. V prípade, že chyba vznikne, keď je už materiál zrolovaný, materiál z tohto výrobku už nie je možné opätovne využiť ani na výrobu polotovaru príponky, chybný výrobok je vyradený do separovaného zberu. Každá chyba zistená pri výrobe sa zaznamená do vnútropodnikovej evidencie.

Na základe uvedeného postupu výroby výrobku spracovaného podľa internej smernice podniku som vytvorila vývojový diagram, ktorý znázorňuje tento proces výroby graficky. Tento diagram som vytvorila rovnako pomocou všeobecne zaužívaných symbolov a je uvedený v prílohe 19.

#### 4.4.2 Paretova analýza chýb „S“ kolena

Postup analýzy bol rovnaký ako na predchádzajúcom výrobku. Analýza sa uskutočnila z dát o chybách na „S“ kolene zaznamenaných spoločnosťou Izomont s. r. o. za rok 2010. Evidencia o chybách na výrobkoch za sledované obdobie je uvedená v prílohe 14. Chyby som potom zoradila podľa počtu výskytu zostupne. Následne som vypočítala kumulatívny počet chýb a kumulatívny počet chýb v %. Výsledky mojich výpočtov uvádzam v tab. 4. 7. Z vypočítaných údajov som zostrojila Paretov diagram chýb na žľabovom kotlíku za rok 2010 uvedený v grafe 4.4. Opäť som využila tri kritéria, ktorými som určila chyby, na ktoré by sa mal podnik pri zlepšovaní kvality zamerať.

**Tab. 4.7 Výpočty pre Paretov diagram chýb na „S“ kolene**

Chyba na "S" kolene	Počet chýb	Kumulatívny počet chýb	Kumulatívny počet chýb v %
Málo preložený spoj (rozpojenie)	3	3	27,27%
Krivé strihanie	2	5	45,45%
Zle nanesený spájkovací cín	2	7	63,64%
Nedodržaný priemer	2	9	81,82%
Nesprávne vložený plech do rolovačky	1	10	90,91%
Zle odmastené miesto spájkovania	1	11	100,00%

Zdroj: vlastné spracovanie

Podľa prvého kritéria 80:20 sú životne dôležité menšiny chyby:

- málo preložený spoj,
- krivé strihanie,

- zle nanesený spájkovací cín,
- nedodržaný priemer.

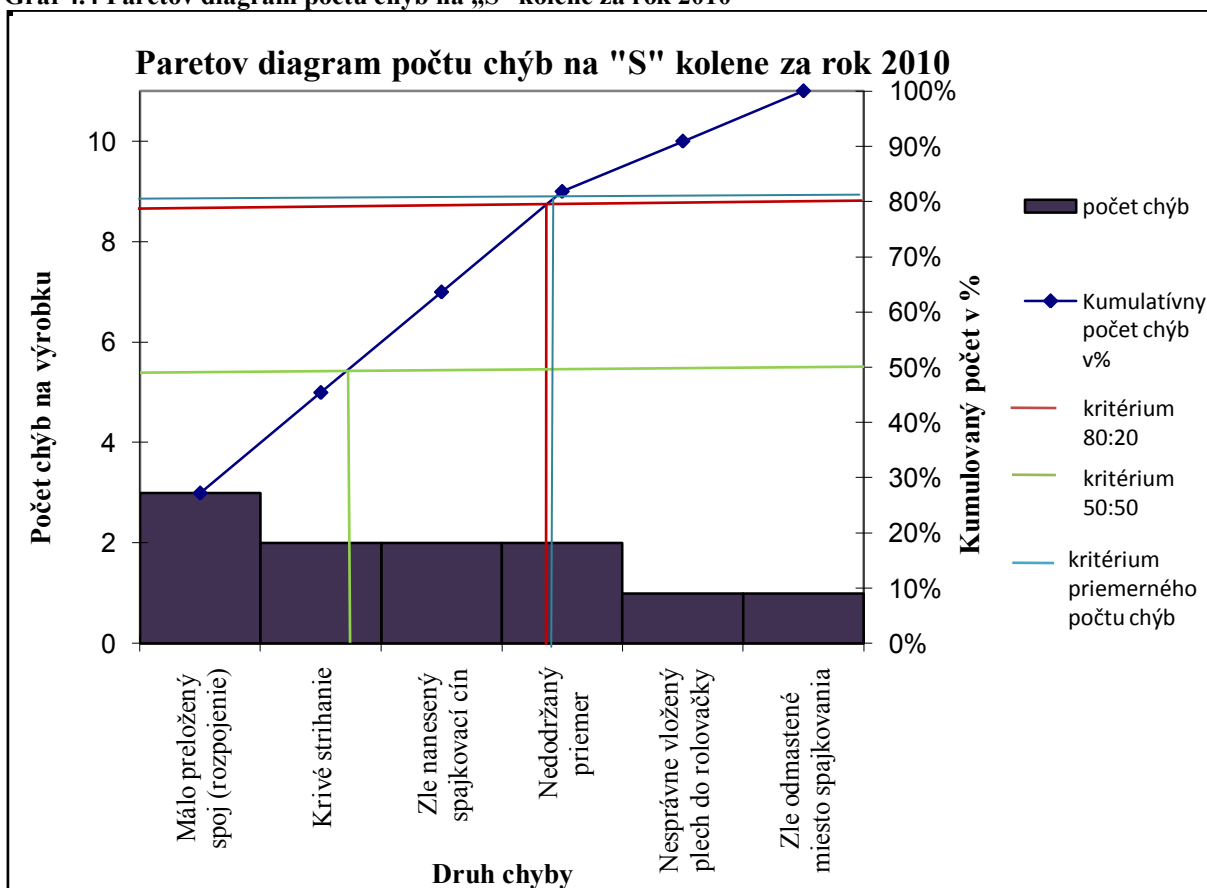
Tieto chyby sa podieľajú na celkovom výskyte chýb na výrobku 81,82%.

Podľa druhého kritéria výberu životne dôležitej menšiny 50:50 ide o chyby:

- málo preložený spoj,
- krivé strihanie.

Chyby na tomto výrobku sa podieľajú na celkovom výskyte chýb 45,45%.

Graf 4.4 Pareto diagram počtu chýb na „S“ kolene za rok 2010



Zdroj: Vlastné spracovanie

Kritériu priemerného počtu chýb, ktorý je 1,8 chyby, podliehajú chyby:

- málo preložený spoj,
- krivé strihanie,
- zle nanesený spájkovací cín,
- nedodržaný priemer.

Tieto chyby sa podieľajú na celkovom výskyte chýb 81,82%. Jednotlivé kritéria som opäť farebne zaznačila do Paretovho diagramu.

Všetky tri kritéria sa zhodujú v dvoch chybách:

- **málo preložený spoj,**
- **krivé strihanie.**

Tieto chyby sa podieľajú na celkovom výskyte chýb 45,45%.

Vzhľadom na to, že len dva druhy chýb sa podieľajú na ostatných chybách až 45,45%, je nutné práve tieto chyby riešiť.

V porovnaní s predchádzajúcou analýzou môžeme povedať, že prvá chyba málo preložený spoj je rovnaká aká vyšla aj u žľabového kotlíka. Táto chyba je odstrániteľná na rozdiel od chyby krivé strihanie. Ak pracovník odstrihne obrysovanú časť krivo, resp. mimo obrys tak, že zasiahne plochu budúceho výrobku, materiál je ihneď presunutý na výrobu polotovaru príponky. Pracovník musí opätovne obrysovať šablónu na novom kuse materiálu.

Dôležité bolo ďalej identifikovať procesy, v ktorých tieto chyby vznikajú. Preto som vrátila k vývojovému diagramu „S“ kolena vytvoreného v predchádzajúcej podkapitole. Vytvorila som výrez tej časti vývojového diagramu, v ktorej sa tieto procesy nachádzajú a je uvedený v prílohe č. 26. Procesy, v ktorých vznikajú chyby málo preložený spoj, sú označené vo výreze vývojového diagramu červenou farbou. Procesy, v ktorých vznikajú chyby krivé strihanie je označený fialovou farbou. Celý vývojový diagram procesu výroby „S“ kolena sa nachádza v prílohe 19. Ďalej bude nutné pri zlepšovaní kvality hľadať príčinu vzniku týchto chýb a navrhnúť opatrenia na odstránenie tejto príčiny tak, aby chyba už opakovane nevznikala.

#### **4.4.3 Ishikawa diagram „S“ kolena**

Po zistení najdôležitejších chýb výrobku som uskutočnila analýzu príčin ich vzniku. Rovnako ako pri hľadaní príčin chýb predchádzajúceho výrobku, aj pri identifikácii príčin najdôležitejších chýb na „S“ kolene som využila tímovú prácu vytvoreného tímu.

Paretová analýza poukázala, že podnik by sa mal zamerať na riešenie chýb: preložený spoj, krivé strihanie. Chyba preložený spoj vznikala aj pri výrobe výrobku žľabový kotlík. Túto chybu sme už v tíme analyzovali pri výrobku žľabový kotlík, a preto sme sa rozhodli v ďalšej časti analyzovať už len chybu krivé strihanie. Chyby, ktorých príčinu vzniku sme skúmali, sú uvedené v hlavnej diagonále vpravo. V tíme sme postupne pri jednotlivých hlavných kategóriách analyzovali všetky možné príčiny vzniku chyby. Identifikované príčiny sme zapísali pod hlavné kategórie príčin v ľavej časti diagramu.

Ďalej bolo nutné stanoviť najdôležitejšie príčiny, ktoré spôsobujú vznik chýb. Opäť sme k piatim hlavným kategóriám a podkategóriám príčin priradili váhy významnosti podľa päť bodovej stupnice.

Tímom vytvorený Ishikawov diagram „S“ kolena s priradenými váhami je uvedený v prílohe 20. Váhy hlavných kategórií príčin som vynásobila s váhami podkategórií a tým som zistila celkovú váhu hodnotenia. Výsledky uvádzam v tab. 4. 8. Za dôležité príčiny chýb pokladám prvé tri príčiny s najväčším počtom váh. Na chybách sa teda najviac podieľajú elektrické nožnice, hodnota váh 25. Ďalšie významné príčiny sú údržba nožníc a skúsenosti, ktorých hodnota váh je 16.

**Tab. 4. 8 Vyhodnotenie priradených váh**

Hlavná príčina	Váha hlavnej príčiny	Podpríčina	Váha podpríčiny	Celková váha
Materiál	2	tvrdý plech	3	6
		mastný plech	2	4
Zariadenie	5	elektrické nožnice (tupý nástroj)	5	25
		poškodená šablóna	2	10
Ľudia	4	kvalifikácia	3	12
		prax	2	8
		skúsenosti	4	16
		únava	2	8
		motivácia	3	12
		údržba nožníc	4	16
		klampiarsky majster	2	8
Metódy	2	údržbárske postupy pre stroje	5	10
		kontrolné postupy	3	6
		pracovné postupy pre strihanie a rolovanie	2	4
Prostredie	1	osvetlenie	4	4
		vlhkosť	1	1
		rukavice	1	1
		čistiace prostriedky	1	1

Zdroj: Vlastné spracovanie

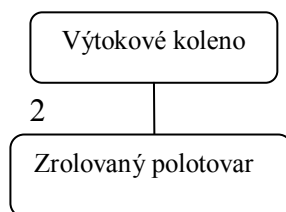
## 4.5 Analýza chýb výtokového kolena

### 4.5.1 Vývojový diagram výtokového kolena

Posledným problémovým prvkom OS podľa Paretovej analýzy bolo výtokové koleno. Obrázok tohto výrobku uvádzam v prílohe 24. Výrobok sa skladá z dvoch zrolovaných polotovarov, ktoré sa dohromady zospájujú. Kusovník tohto výrobku uvádzam v obr. 4.3. Pri výrobe sa používajú stroje: elektrické tabuľové nožnice, rolovačka, ohýbačka a šablóny jednotlivých častí výrobku. K výrobe sa používa ten istý materiál ako pri predchádzajúcich výrobkoch. Zo skladu sa materiál preniesie do klampiarskej dielne a nastrihá sa na polotovar o

rozmere 250x2000 mm. Na takto pred pripravené plechové pásy sa obkresľuje šablóna dvoch častí výtokového kolena. Vrchná aj spodná časť sa skladá z dvoch ďalších častí, ktoré sa navzájom spájajú. Na vystrihovanie podľa šablóny sa používajú ručné elektrické nožnice. Vystrihnuté dielce výtokového kolena sa zrolujú rolovačkou a dva takéto kusy sa spájajú dohromady.

**Obr. 4.3 Kusovník výtokového kolena**



Zdroj: Vlastné spracovanie

Skontrolujú sa všetky rozmery, drážkovanie a spoje. Hotový výrobok sa zaznačí do evidencie výrobkov, je označený štítkom o zhode kvality podľa normy STN 73 3610. Výrobok sa zaeviduje a uskladní do skladu. Pre skladovanie klampiarskych výrobkov je vo firme spracovaná vnútropodniková smernica o skladovaní klampiarskych výrobkoch. Po objednaní zákazníkom sa vyexpeduje. Počas výroby sa dbá na neustálu kontrolu. V prípade, že počas výroby dôjde k chybe, ktorá sa nedá odstrániť, výrobok je z výrobného procesu vyradený. V prípade, že chyba vznikne, keď je už materiál zrolovaný, materiál z tohto výrobku už nie je možné opätovne využiť ani na výrobu polotovaru príponky je vyradený do separovaného zberu. Každá chyba zistená pri výrobe sa zaznamená do vnútropodnikovej evidencie.

Na základe uvedeného postupu výroby výrobku spracovaného podľa internej smernice podniku som vytvorila vývojový diagram, ktorý znázorňuje tento proces výroby graficky. Tento diagram som vytvorila rovnako pomocou všeobecne zaužívaných symbolov a je uvedený v prílohe 21.

#### **4.5.2 Paretova analýza chýb na výtokovom kolene**

V tejto časti som sa zamerala na hľadanie chýb, na ktoré by sa mal podnik sústrediť pri výrobku výtokové koleno. Analýza sa uskutočnila z dát zaznamenaných spoločnosťou Izomont s. r. o. za rok 2010 do evidencie o chybách na výrobkoch uvedená v prílohe 14. Postupovala som rovnakým spôsobom ako pri predchádzajúcich výrobkoch. Chyby som zoradila podľa počtu výskytu zostupne. Následne som vypočítala kumulatívny počet chýb a kumulatívny počet chýb v %. Výsledky mojich výpočtov uvádzam v tab. 4. 8. Z vypočítaných údajov som zostrojila Paretov diagram chýb na výtokovom kolene za rok

2010 uvedený v grafe 4.5. Potom som podľa troch kritérií stanovila tie chyby, na ktoré by sa mal podnik pri zlepšovaní kvality zamerať.

Podľa prvého kritéria 80:20 sú životne dôležité menšiny chyby:

- málo preložený spoj,
- krivé strihanie,
- zle nanesený spájkovací cín,
- nedodržaný priemer.

Tieto chyby na výrobku sa podieľajú na celkovom výskyte chýb na výrobku 80%.

Podľa druhého kritéria výberu životne dôležitej menšiny 50:50 ide o chyby:

- málo preložený spoj,
- krivé strihanie.

Chyby na tomto výrobku sa podieľajú na celkovom výskyte chýb 50%.

**Tab. 4.9 Výsledky výpočtov**

Chyba na výtokovom kolene	Počet chýb	Kumulatívny počet chýb	Kumulatívny počet chýb v %
Málo preložený spoj (rozpojenie)	3	3	30,0%
Krivé strihanie	2	5	50,0%
Zle nanesený spájkovací cín	2	7	70,0%
Nedodržaný priemer	1	8	80,0%
Nesprávne vložený plech do rolovačky	1	9	90,0%
Zle odmastené miesto spájkovania	1	10	100,0%

Zdroj: Vlastné spracovanie

Priemerný počet chýb bol vypočítaný ako súčet chýb vydelený počtom druhov chýb, t. j. 1,7 chýb. Tomuto kritériu podliehajú chyby:

- málo preložený spoj,
- krivé strihanie,
- zle nanesený spájkovací cín.

Tieto chyby sa podieľajú na celkovom výskyte chýb 70 %.

Jednotlivé kritéria som farebne zaznačila do Paretovho diagramu. Všetky tri kritéria sa zhodujú v troch chybách:

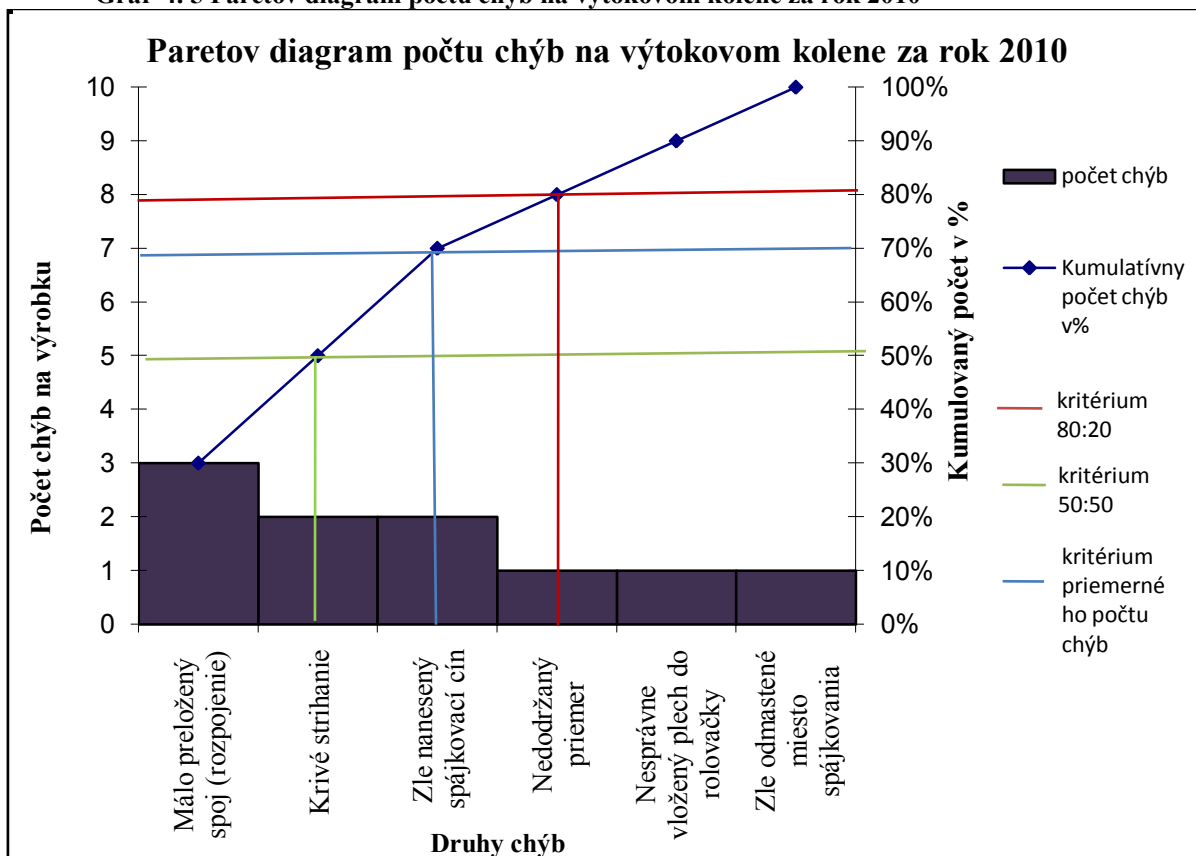
- **málo preložený spoj,**
- **krivé strihanie.**

Tieto dve chyby boli významné aj pri výrobku „S“ koleno.

Ďalej identifikujem procesy, v ktorých tieto chyby vznikajú. Preto som sa vrátila k vývojovému diagramu výtokového kolena vytvoreného v predchádzajúcej podkapitole.

Vytvorila som výrez tej časti vývojového diagramu, v ktorej sa tieto procesy nachádzajú a je uvedený v prílohe č. 27. Procesy, v ktorých vznikajú chyby málo preložený spoj, sú označené vo výreze vývojového diagramu červenou farbou. Procesy, v ktorých vznikajú chyby krivé strihanie, sú označené fialovou farbou. Celý vývojový diagram procesu výroby výtokového kolena, sa nachádza v prílohe 21. Nasleduje analýza príčin najdôležitejších chýb.

**Graf 4.5 Pareto diagram počtu chýb na výtokovom kolene za rok 2010**



Zdroj: Vlastné spracovanie

#### 4.5.3 Ishikawa diagram výtokového kolena

Podľa Paretovho diagramu sú významné chyby: málo preložený spoj a krivé strihanie. Rovnaké chyby vznikli aj na výrobku „S“ koleno. Chyba málo preložený spoj vznikla aj na výrobku žľabový kotlík. Príčiny, ktoré sa podieľajú na vzniku uvedených chýb, som už analyzovala s vytvoreným tímom v predchádzajúcich Ishikawa diagramoch. Pre chybu málo preložený spoj je Ishikawa diagram uvedený v prílohe 18 a pre chybu krivé strihanie je Ishikawa diagram uvedený v prílohe 20.

#### 4.6 Zhrnutie výsledkov analýz

V tejto kapitole zhrniem výsledky dosiahnuté predchádzajúcimi analýzami. Pred uskutočnením hodnotenia kvality vybranými nástrojmi som si stanovila ciele, ktoré som chcela analýzami dosiahnuť. Tieto ciele korešpondujú s hlavnými cieľmi diplomovej práce.



Ciele hodnotenia kvality v mojej práci boli:

- definovanie najproblémovejších častí OS,
- zistenie najdôležitejších chýb vyskytujúcich sa na týchto výrobkoch
- analýza príčin vzniku týchto chýb.

### **Definovanie najproblémovejších častí OS**

Paretovou analýzou som zistila, že najproblémovejšími prvkami OS sú:

- **žľabový kotlík,**
- **„S“ koleno,**
- **výtokové koleno.**

Stanovenie najproblémovejších prvkov OS bolo dôležité pre identifikáciu prvkov, ktorých zlepšovaním kvality by sa mal podnik zaoberať čo najskôr. Ďalšie analýzy boli uskutočnené na vyššie uvedených výrobkoch.

### **Zistenie najdôležitejších chýb vyskytujúcich sa na týchto výrobkoch**

Najdôležitejšie chyby, ktoré vznikajú pri výrobe a môžu spôsobovať najväčšie problémy na kvalite výrobku som určila Paretovou analýzou.

- **Žľabový kotlík**

Najdôležitejšie chyby vznikajúce pri výrobe tohto výrobku sú: málo preložený spoj vč, málo preložený spoj sč a nedostatočné ohnutie. Ďalej preskúmaním charakteru týchto chýb a evidencií o nákladoch som zistila, že uvedené chyby sú opraviteľného charakteru. Náklady na opravu chyby u málo preloženého spoja predstavujú 0,25 € a u chyby nerovnomerné ohnutie 0,10 €. Chyba málo preložený spoj vzniká pri činnosti drážkovanie a chyba nerovnomerné ohnutie vzniká pri ohýbaní. Procesy a miesto, kde tieto chyby vznikajú som identifikovala vo vývojovom diagrame, ktorý som sama vytvorila.

- **„S“ koleno**

Najdôležitejšie chyby, ktorých odstránením by sa mal podnik zaoberať u výrobku „S“ koleno sú: málo preložený spoj a krivé strihanie. Chyba málo preložený spoj je opraviteľného charakteru a náklady na opravu tejto chyby sú rovnaké ako pri prvom výrobku. Chyba krivé strihanie, nie je opraviteľného charakteru a náklad tejto chyby je 0,45 €/ks. Chyba málo preložený spoj vzniká pri činnosti drážkovanie a chyba krivé strihanie vzniká pri strihaní. Procesy a miesto, kde tieto chyby vznikajú som identifikovala a označila vo vývojovom diagrame výroby výrobku, ktorý som sama vytvorila.

- **Výtokové koleno**

Poslednou najproblémovejšou časťou OS je výtokové koleno. Chyby, na odstránenie ktorých by sa mal podnik pri zlepšovaní kvality zamerať sú: málo preložený spoj a krivé strihanie. Ide o rovnaké druhy chýb ako pri predchádzajúcom výrobku. Chyba málo preložený spoj je opraviteľného charakteru a náklady na opravu tejto chyby sú rovnaké ako pri prvom výrobku. Chyba krivé strihanie, nie je opraviteľného charakteru a náklad tejto chyby je 0,45 €/ks. Chyba málo preložený spoj vzniká pri činnosti drážkovanie a chyba krivé strihanie vzniká pri strihaní. Procesy a miesto, kde tieto chyby vznikajú som identifikovala a označila vo vývojovom diagrame, ktorý som sama vytvorila.

### **Analýza príčin vzniku najdôležitejších chýb**

Analýza príčin vzniku chýb bola uskutočnená prostredníctvom nástroja Ishikawa diagram a jeho následnom vyhodnotení. Najdôležitejšie druhy chýb a najvýznamnejšie príčiny spôsobujúce tieto chyby sú uvedené v tab. 4.10.

**Tab. 4. 10 Najvýznamnejšie príčiny spôsobujúce najdôležitejšie chyby**

<b>Druh chyby</b>	<b>Príčiny spôsobujúce tieto chyby</b>
Málo preložený spoj	opotrebované koliesko drážkovačky, skúsenosti a údržba stroja,
Nerovnomerné ohnutie	skúsenosti ,
Krivé strihanie	tupé elektrické nožnice, skúsenosti zamestnancov a údržba stroja,

Zdroj: Vlastné spracovanie

Pri uvedených výrobkoch sa teda opakujú predovšetkým dva druhy chýb. Ide o chybu málo preložený spoj a krivé strihanie. Podnik by sa mal zamerať na trvalé odstránenie predovšetkým týchto príčin vzniku chýb. Ak by podnik tieto druhy chýb u uvedených výrobkoch eliminoval, znížili by sa mu náklady vznikajúce pri výrobe nielen najproblémovších výrobkov, ale aj pri ďalších prvkoch OS, ktoré využívajú pri výrobe procesy strihanie, drážkovanie a ohýbanie. Ciele hodnotenia kvality výrobkov OS, ktoré som si stanovila sa mi podarilo splniť.

## 5. Návrhy na zlepšenie

Cieľom tejto kapitoly je z výsledkov uskutočnených analýz navrhnúť spoločnosti možnosti zlepšenia kvality na výrobkoch odkvapového systému.

Odkvapový systém sa skladá z 10 prvkov. Prostredníctvom analýz som zistila, že najproblémovjšie časti odkvapového systému sú prvky: **žľabový kotlík, „S“ koleno a výtokové koleno**. Na tieto prvky by sa mal podnik pri zlepšovaní kvality zamerať. Ďalej som zistila druhy chýb na odstránenie, ktorých by sa mal podnik zamerať. Sú to: **málo preložený spoj, nerovnomerné ohnutie a krivé strihanie**. Ako najdôležitejšie príčiny vzniku uvedených chýb som identifikovala: **opotrebované koliesko drážkovačky, tupé elektrické nožnice, postupy pri údržbe drážkovačky, postupy pri údržbe nožníc, a skúsenosti zamestnancov**.

Napriek výstupnej kontrole dochádza k výskytu reklamácií. Zákazník, ktorý reklamuje svoj výrobok je odškodnený novým výrobkom. Nákladom na reklamáciu je preto výrobná cena tohto výrobku. Podnik by teda mohol odstránením príčin u najdôležitejších chýb nielen znížiť náklady spôsobené chybami pri výrobe, ale aj náklady vznikajúce reklamáciou uvedených výrobkov. Okrem toho z nekvality môže utrpieť aj dobré meno podniku a tým môže spoločnosť stratiť nových, či terajších zákazníkov.

### 5.1 Návrhy

Návrhy, ktoré ďalej predkladám sa týkajú:

- Zlepšenia evidencie chýb,
- Zlepšenia údržby strojov,
- Školenia zamestnancov,
- Nákupu nového strojného zariadenia.

Uvedené návrhy sú zoradené podľa finančnej a časovej náročnosti na prípravu a zavedenie opatrení na zníženie počtu chýb.

#### Návrh na zavedenie lepšej evidencie chýb

Chyby, ktoré sa vyskytnú pri výrobe sú zaznamenávané do podnikovej evidencie chýb. Na výrobe výrobkov sa podieľajú traja klampiari. Pri zaznamenaní chýb do evidencie, však nie je uvedená konkrétna osoba, ktorá na výrobku pracovala. Myslím si, že je dôležité sledovať a vyhodnocovať prístup zamestnancov pri výrobnom procese. Preto som navrhla úpravu tlačiva pre evidenciu chýb, ktorý bol doteraz používaný. Navrhnutú zmenu som vyznačila do obr.5.1. Z navrhutej zmeny by sa dali vyhodnotiť rôzne vplyvy na vznik chýb.

**Obr. 5. 1 Evidencia chýb – návrh nového formulára**

Evidencia o chybách na výrobku		Por. číslo:
Výrobok		
Kód výrobku		
Na výrobku pracoval:		
Dávka		
Kontrolu vykonal		
Kontrolné miesto		
Dátum/hod.		
Chyba	Počet chýb	celkom

Zdroj: Vlastný návrh

### **Návrh na zlepšenie údržby strojov**

Údržbu strojov vykonáva majster klampiarskej dielne. O údržbe strojov je v podniku vypracovaná smernica o údržbe strojov, prístrojov a zariadení, kde je popísané, kedy a ako často sa príslušné stroje kontrolujú. V internej smernici je nastavenie strojov prenechávané na majstra klampiarskej výroby. Myslím si, že údržba strojného zariadenia po určitom časovom období a po určitom počte vyrobených výrobkov by sa mala prenechať servisným technikom, ktorý by boli prizvaný od výrobcov jednotlivých strojov. Doporučovala by som túto internú smernicu prehodnotiť a zamerať sa na nastavenie strojov skôr, po určitom počte výrobkov ako po uplynutí určitého časového obdobia.

### **Návrh na školenie zamestnancov**

Na výrobe OS pracujú zamestnanci, ktorý sú vyučení v obore klampiar. Školenie výrobných pracovníkov sa uskutočňuje raz za dva roky v inštitúte vzdelávania Pointextra s. r. o. Aj keď zamestnanci majú určité skúsenosti a znalosti s opracovávaním plechu, doporučila by som, aby im bolo umožnené školenie so zameraním na nové technológie a využívanie nových metód pri spracovávaní materiálov, z ktorých sa vyrábajú OS. Zároveň by som doporučila, aby spoločnosť nadviazala spoluprácu s odborným učilišťom a umožnila študentom vykonávať odbornú prax pri výrobe klampiarskych prvkov. Takto by si vedela spoločnosť vybrať zručných remeselníkov.

### **Návrh obstarania nového strojového zariadenia**

Spoločnosť by mala prehodnotiť, či strojné zariadenie nie je fyzicky opotrebované a či ho nie je nutné vymeniť. A to predovšetkým z dôvodu, že jednu z príčin chýb som

identifikovala ako opotrebované strojné vybavenie. Vedúci klampiarskej dielne, by mal posúdiť a podať návrh na kúpu nového strojného zariadenia. Spoločnosť by mala posúdiť, či stroje nie sú aj morálne opotrebované. Investícia do nového strojného vybavenia alebo výrobnéj linky je síce finančne náročná, ale mohla by priniesť zlepšenie kvality, zvýšenie produktivity práce a rozšírenie sortimentu výrobkov. Toto rozhodnutie je časovo a finančne náročnejšie a vyžaduje ďalšie ekonomické analýzy a prieskumy trhu.

Po zavedení mnou navrhnutých opatrení by sa mala analýza kvality chýb vznikajúcich na týchto výrobkoch opäť uskutočniť. Dôvodom je predovšetkým overenie účinnosti zavedených opatrení a správnosť rozhodnutí. Prípadne by sa mohlo po ďalších analýzach prísť na nové významné skutočnosti, ktorými by podnik mohol znížiť chybovosť svojich výrobkov a tým aj znížiť svoje náklady. Spoločnosť by preto mala mať snahu zaškoliť jedného zamestnanca (vedúceho prevádzky), ktorý by bol schopný zozbierať dáta analyzovať podobným spôsobom. Doteraz takýmto spôsobom problematika kvality nebola rozoberaná. Táto práca by sa mohla stať metodickou predlohou pri analyzovaní chýb pri výrobnom procese spracovávaní plechu.

## 5.2 Očakávané prínosy

Ak by podnik uskutočnil navrhnuté opatrenia, ktorými by eliminoval vznik príčin najdôležitejších chýb: málo preložený spoj, nerovnomerné ohnutie a krivé strihanie, mohol by výrazne znížiť počet reklamácií.

**Tab. 5.1 Porovnanie pôvodných nákladov na reklamáciu so stavom po redukcii najdôležitejších chýb**

Výrobok OS 250 z pozinkového plechu	Množstvo v ks vyrobených za rok 2010	Výrobná cena €/ks	Celkové výrobné náklady v €	Počet rekl. výrobkov v ks za rok 2010	Náklady na rekl. v € za rok 2010	% podiel na celk. nákladoch na reklamáciu	Predpokl. % podiel na celk. nákladoch na reklamáciu po redukcii príčin najdôležitejších chýb	Predpokl. nákl. na reklamáciu v € po redukcii príčin najdôležitejších chýb
Žľabový kotlík	260	2,68	696,8	11	29,48	5,79%	2,90%	14,77
Výtokové koleno	200	1,75	350	3	5,25	1,03%	0,52%	2,5
„S“ koleno	200	2,91	582	4	11,64	2,29%	1,30%	6,62
Spolu	660	7,34	1628,8	18	46,37	X	X	23,89

Zdroj: Vlastné spracovanie

V tab. 5. 1. som uviedla tri najproblémovnejšie výrobky a ich výrobnú cenu v €. Táto cena predstavuje náklady na reklamáciu uplatnenú zákazníkmi. Ďalej som uviedla množstvo reklamácií a vyčíslila som náklady na reklamáciu uvedených výrobkov za rok 2010. Náklady spôsobené reklamáciou všetkých výrobkov boli 509,40 €. Uvedenú sumu som zistila z knihy reklamácií za rok 2010. Následne som vypočítala percentuálny podiel nákladov na reklamáciu sledovaných výrobkov z celkových nákladov na reklamáciu. Ak by spoločnosť prijala návrhy

na odstránenie príčin spôsobujúcich vznik najdôležitejších chýb, predpokladám, že by mohla znížiť percentuálny podiel nákladov uvedených v tab. 5. 1. Tieto percentá som stanovila rozborom evidencie chýb uvedených v prílohe 14. U výrobku žľabový kotlík som v evidencii chýb zistila, že v priebehu roku 2010 sa na tomto výrobku vyskytlo 27 chýb. Najdôležitejšie chyby (málo preložený spoj, nerovnomerné ohnutie a krivé strihanie) pritom boli evidované v počte 15. Preto si myslím, že ak by sa spoločnosť zamerala na elimináciu týchto chýb, bolo by možné znížiť percento nákladov na reklamáciu tohto výrobku takmer o polovicu. Čiže z 5,79% na 2,9%.

Pri výrobku výtokové koleno sa najdôležitejšie chyby (krivé strihanie a málo preložený spoj) vyskytli 5 krát a dohromady bol počet chýb 10. Preto predpokladám, že u tohto výrobku by sa mohol % podiel nákladov z reklamácií tiež znížiť o polovicu. Tzn. z 1,03% na 0,52%.

U posledného výrobku „S“ koleno sa najdôležitejšie chyby (krivé strihanie a málo preložený spoj) vyskytli v počte 5. Avšak všetkých chýb za sledované obdobie sa na výrobku vyskytlo 11. Preto si myslím, že % podiel nákladov po redukcii bude o čosi väčší ako polovica z % nákladov pred redukciou chýb. Tzn. z 2,29% na 1,3%.

Nové náklady, ktoré by po redukcii najdôležitejších chýb pravdepodobne vznikli reklamáciou, som vypočítala tak, že som predpokladaný % podiel nákladov na reklamáciu po redukcii chýb vynásobila celkovými nákladmi na reklamáciu, ktoré boli v roku 2010 vyčíslené na 509,4€. Potom som vypočítala rozdiel medzi nákladmi na reklamáciu sledovaných výrobkov pred redukciou a po redukcii najdôležitejších chýb.

Vypočítala som, že spoločnosť by mohla eliminovaním chýb pravdepodobne znížiť straty spôsobené reklamáciou najproblémovnejších výrobkov OS 250 z pozinkovaného plechu o 22,48 €. Keďže podnik vyrába OS v dvoch rozmerových radách a zo štyroch druhov materiálov je možné, že by mohlo byť toto zníženie strát 179, 84 €. Spoločnosť by teda mala mať snahu čo najskôr odstrániť príčiny spôsobujúce analyzované chyby.

Moje návrhy boli so spoločnosťou prejedané a bolo mi prisľúbené, že po určitom období budem informovaná o prijatých opatreniach a dosiahnutých výsledkoch, ktoré by sa mali premietnuť aj do finančných ukazovateľov. Zároveň som uistila spoločnosť, že im budem nápomocná pri riešení problematiky riadenia kvality, ako aj pri získaní certifikátu akosti ISO 9001.

## 6. Záver

Kvalita je základným kameňom úspechu každej spoločnosti. Preto by mali všetky činnosti v podniku smerovať ku kvalite. Neustále zlepšovanie kvality výrobkov by malo byť neodmysliteľnou súčasťou každého podniku. Prínosom zo zvyšovania kvality je jednak znižovanie nákladov súvisiacich z nedostatočnou kvalitou, efektívne zhodnotenie vložených prostriedkov, ale aj získavanie nových zákazníkov, udržanie terajších zákazníkov a neustáleho budovania dobrého mena podniku.

Cieľom diplomovej práce bolo posúdiť proces výroby odkvapového systému, ktorý spoločnosť vyrába. Určiť, ktoré výrobky odkvapového systému sú najviac problémové. Vymedziť, ktoré časti procesu výroby týchto výrobkov sú kritické, ktoré z týchto činností je možné v procese zlepšiť a ako je túto zmenu možné uskutočniť. Nájsť možnosti ako zefektívniť proces a zároveň obmedziť vzniku chýb, a to s využitím tzv. tradičných nástrojov pre analýzu kvality.

Spoločnosť Izomont s. r. o. sériovo vyrába dve rozmerové rady (250 a 330) odkvapového systému oblého tvaru z štyroch rôznych druhov materiálu. Na objednávku je podnik schopný vyrobiť aj iné rozmerové rady a odkvapový systém hranatého tvaru. Kvalita bola posudzovaná na výrobkoch odkvapového systému rozmerovej rady 250 z pozinkovaného plechu. V spoločnosti doteraz nebola posudzovaná kvalita výrobkov odbornými metódami pre riadenie kvality a touto problematikou sa zaoberala iba sporadicky.

Analýzu kvality som uskutočnila pomocou tradičných nástrojov pre riadenie kvality. A to:

- tabuľkami a formulármi,
- Paretovou analýzou,
- vývojovým diagramom
- Ishikawa diagramom.

V tabuľkách a formulároch som zhrnula údaje, z ktorých som vychádzala pri analýzach. Pomocou Paretovej analýzy som zistila, že najproblémovnejšími prvkami OS sú: žľabový kotlík, „S“ koleno a výtokové koleno. Najdôležitejšie chyby vznikajúce pri výrobe uvedených výrobkov, ktoré som stanovila Paretovou analýzou boli: málo preložený spoj, nerovnomerné ohnutie a krivé strihanie. Procesy, pri ktorých najčastejšie vznikajú chyby na uvedených výrobkoch sú drážkovanie, ohýbanie a strihanie. Tieto procesy som vyznačila pri jednotlivých výrobkoch do vývojového diagramu. Pomocou Ishikawa diagramu som tímovou spoluprácou vymedzila príčiny vzniku najdôležitejších chýb. Tieto príčiny som identifikovala

ako: opotrebované koliesko drážkovačky, údržba drážkovačky, tupé elektrické nožnice, údržba nožníc a skúsenosti zamestnancov.

Ak chce podnik zlepšiť efektívnosť výroby, znížiť počet nezhodných výrobkov, znížiť straty z reklamácií a tým aj znížiť náklady pri výrobe najproblémovnejších výrobkov, mal by sa zamerať na odstránenie uvedených najdôležitejších príčin vzniku chýb.

V diplomovej práci som navrhla, že spoločnosť by mala predovšetkým zlepšiť svoju evidenciu chýb, ktorá by mohla poukázať na ďalšie dôležité skutočnosti. Ďalej sa zamerať na školenia zamestnancov, prepracovať internú smernicu o údržbe strojného zariadenia, prípadne uvažovať o kúpe nových strojov. Spoločnosti som uvedené návrhy predložila a spoločnosť prisľúbila, že niektoré z nich prehodnotí a zavedie do výrobného procesu. Po zavedení navrhnutých opatrení by sa mala analýza kvality týchto výrobkov opäť uskutočniť, aby sa overilo, či bolo rozhodnutie o odstránení príčin dostatočné a správne. Spoločnosť by mala zaškoliť zamestnanca (vedúceho prevádzky), ktorý by bol schopný takúto analýzu opätovne uskutočniť.

Myslím si, že opatrenia, ktoré som navrhla mohli spoločnosti výrazne pomôcť v oblasti kvality výrobkov. Moja diplomová práca bola prvým krokom spoločnosti Izomont s. r. o. k odbornému posudzovaniu problematiky kvality.



## **Zoznam použitej literatúry:**

- [1] BLECHARZ, P.; *Řízení jakosti A*. 1. vyd. Ostrava: B - Technická univerzita Ostrava, 2007. 163 s. ISBN 978-80-248-1418-6.
- [2] ČSN EN ISO 9000:2006 Systémy managementu kvality - Základní principy a slovník, Praha: Český normalizační institut, 2006. 64 s.
- [3] ČSN EN ISO 9004:2010 Řízení udržitelného úspěchu organizace – Přístup managementu kvality, Praha: Český normalizační institut, 2010. 72 s.
- [4] DUPAL, A., LEŠČIŠIN M., STERN J.; *Manažment výroby*. 1. vyd. Bratislava: Sprint, 2008. 325 s. ISBN 80-8935-500-6.
- [5] Interné smernice spoločnosti Izomont s. r. o
- [6] MACUROVÁ, P.; *Řízení jakosti B*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2008. 168 s., ISBN 978-80-248-1720-0.
- [7] PLURA J.; *Plánování a neustálé zlepšování jakosti*. 1. vyd. Praha: Computer Press, 2001. 244 s. ISBN 80-7226-543 – 1
- [8] STN 733610:1987 - Klampiarske práce stavebné, Praha: Vydavatelství ÚNM, 1988. 112 s.
- [9] STN EN 612:2005 – Strešné odkvapové žľaby a odpadové rúry dažďovej vody z plechu (74 7705), Bratislava: Slovenský ústav technickej normalizácie, 2005. 15 s.
- [10] TOŠENOVSKÝ, J.; NOSKIEVIČOVÁ, D. *Statistické metódy pro zlepšování jakosti*. Ostrava: Montanex, 2000. 362 s. ISBN 80-7225-040-X.
- [11] VEBER, J.; *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy, metódy, praxe*. Vyd. 1. Praha: Managemnet Press, 2006. 358 s. ISBN 80-7261-146-1.
- [12] VEBER, J. a kol.; *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 2. vyd. Praha: Grada Publishing, 2007. 201 s. ISBN 978-80-247-1782-1.
- [13] VLČEK, R.; *Hodnota pro zákazníka*. 1. vyd. Praha: Management Press, 2002. 443 s. ISBN 80-7261-068-6.
- [14] BOROS, G.; ABS architektúra, stavebníctvo, biznis. Internetový magazín [online]. 2010. August [cit. 2011-2-3]. Dostupný z WWW: <<http://www.asb.sk/stavebnictvo/materialy-a-vyrobky/stresna-krytina/stresny-odvodnovaci-system-4159.html>>

- [15] BURIETA J., Fraunhofer IPA Slovakia. Zlepšovanie kvality [online]. 2008. Január [cit. 2011-02-23]. Dostupný z WWW: <[http://www.ipaslovakia.sk/clanok\\_view.aspx?id\\_u=230](http://www.ipaslovakia.sk/clanok_view.aspx?id_u=230)>.
- [16] Coleman S.I. Strešné a fasádne materiály [online]. 2002, [cit. 2011-01-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.coleman.sk>>.
- [17] EuroEkonom.sk. Manažment kvality [online]. 2004-2011. [cit. 2010-08-15]. Dostupný z WWW: <[http://www.euroekonom.sk/manazment/manazment-vyroby/manazment kvality](http://www.euroekonom.sk/manazment/manazment-vyroby/manazment_kvality)>.
- [18] Izomont.sk. Základne údaje spoločnosti [online]. 1999 - 2010. [cit. 2010-08-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.izomont.sk>>.
- [19] Quality Innovation Prosperity [online]. 2010. December [cit. 2011-2-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.qip-journal.eu>>.
- [20] PILEKOVÁ M. [online] 2010. August [cit. 2011-2-10]. Dostupný z WWW: <[http://kiwiki.fmntuni.sk/mediawiki/index.php/Zjednotenie\\_posudzovania\\_kvality\\_dielo v](http://kiwiki.fmntuni.sk/mediawiki/index.php/Zjednotenie_posudzovania_kvality_dielo_v)>.
- [21] Ruukki. Odkvapový systém[online]. 2008, September [cit. 2010-08-15]. Dostupný z WWW: <[http://www.digipaper.fi/ruukki\\_russia/24755/](http://www.digipaper.fi/ruukki_russia/24755/)>.
- [22] SAS Institute Inc Komplexné riadenie kvality so systémom SAS. [online]. 2011. [cit. 2011-01-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.sas.com/offices/europe/slovakia/solutions/qimprov/index.html>>.

## **Zoznam skratiek**

DOE - Design of Experiments – Plánovanie experimentu

EÚ – Európska únia

EN – Európska norma

ČSN – česká technická norma

MVRR SR – Ministerstvo výstavby a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky

Nákl. – náklady

rekl. - reklamácia

STN - slovenská technická norma

OS – odkvapový systém

vč – vrchná časť

sč – spodná časť

oč – obidve časti

€ - euro

## Prohlášení o využití výsledků diplomové práce

Prohlašuji, že

- jsem byla seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 - užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 - školní dílo;
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečné, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3);
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě archivována v Ústřední knihovně VŠB-TUO a jeden výtisk bude uložen u vedoucí diplomové práce. Souhlasím s tím, že bibliografické údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO;
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- bylo sjednáno, že užít své dílo, diplomovou práci, nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne .....

jméno a příjmení studenta

.....

Adresa trvalého pobytu studenta:

.....

## **Prílohy**

- Príloha 1 – Logo spoločnosti Izomont s. r. o.
- Príloha 2 – Organizačná štruktúra spoločnosti Izomont s. r. o.
- Príloha 3 – Vyhlásenie spoločnosti Izomont s. r. o. o preukázaní zhody výrobcu
- Príloha 4 – Pododkvapový žľab
- Príloha 5 – Odtoková odpadová rúra
- Príloha 6 – Žľabový kotlík
- Príloha 7 – Výtokové koleno
- Príloha 8 – „S“ koleno (žľabový odskok)
- Príloha 9 – Žľabový roh
- Príloha 10 – Žľabový hák
- Príloha 11 – Žľabové čelo
- Príloha 12 – Objímka rúry
- Príloha 13 – Prípojka ku kanalizácií
- Príloha 14 – Evidencia chýb na výrobkoch OS rozmerovej rady 250 za rok 2010
- Príloha 15 – Chyby na výrobkoch OS rady 250 za rok 2010
- Príloha 16 – Podiel chýb na objeme výroby jednotlivých prvkov OS rady 250
- Príloha 17 – Vývojový diagram procesu zhotovenia žľabového kotlíka
- Príloha 18 – Ishikawa diagram žľabového kotlíka
- Príloha 19 – Vývojový diagram procesu zhotovenia „S“ kolena
- Príloha 20 – Ishikawa diagram „S“ kolena
- Príloha 21 – Vývojový diagram procesu zhotovenia výtokového kolena
- Príloha 22 – Obrázok žľabového kotlíka
- Príloha 23 – Obrázok „S“ kolena
- Príloha 24 – Obrázok výtokového kolena
- Príloha 25 – Procesy, v ktorých vznikajú najdôležitejšie chyby pri výrobe žľabového kotlíka
- Príloha 26 – Procesy, v ktorých vznikajú najdôležitejšie chyby pri výrobe „S“ kolena
- Príloha 27 – Procesy, v ktorých vznikajú najdôležitejšie chyby pri výrobe výtokového kolena

